

Д.А. Ягодников, Н.Я. Ирьянов

РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

Термины и определения

Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана

Д.А. Ягодников, Н.Я. Ирьянов

РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

Термины и определения

*Допущено Учебно-методическим объединением вузов
по университетскому политехническому образованию
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров
«Авиационная и ракетно-космическая техника»,
по специальности «Проектирование авиационных
и ракетных двигателей»*

Москва
Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана
2012

УДК 621.4551(075.8)
ББК 39.65
Я30

Рецензенты: *В.Е. Медведев, А.И. Колесников*

Ягодников Д.А.
Я30 Ракетные двигательные установки. Термины и определения : учеб. пособие / Д.А. Ягодников. Н.Я. Ирьянов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 84, [4] с.: ил.

ISBN

Представлены основополагающие термины и понятия, используемые в научно-технической документации, научно-технической и учебной литературе, посвященной созданию и эксплуатации ракетных двигателей.

Для студентов, обучающихся по специальности «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», а также по направлению подготовки бакалавров и магистров «Авиационная и ракетно-космическая техника». Рекомендуется преподавателям указанных специальностей и преподавателям кафедры «Русский язык» МГТУ им. Н.Э. Баумана, работающим с иностранными студентами, изучающими ракетную технику. Также может быть полезным для инженеров и специалистов, занимающихся ракетным двигателестроением.

УДК 621.4551(075.8)
ББК 39.65

ВВЕДЕНИЕ

Ракетный двигатель (РД) представляет собой сложную техническую систему, т. е. объект, отличительной особенностью которого являются многообразие структурно-функциональных элементов, многотипность и сложность процессов, протекающих в этих элементах. Жизненный цикл РД включает в себя этапы научно-исследовательских работ, опытно-конструкторских работ, серийного производства и эксплуатации. На всех этапах выполняется большой объем работы разного уровня, проводятся организационно-технические и научно-методические мероприятия, различающиеся по целям, задачам, методам, средствам, стоимости и т. п. При этом для обозначения, описания и выражения весьма широкого круга структурных элементов, явлений, процессов, процедур и документов сформировалась терминологическая база, которая постоянно поддерживается и обновляется.

Информационный массив этой базы составляют термины и определения, представленные в виде системы государственных и отраслевых стандартов, разнообразной ведомственной нормативной документации, в виде понятий и приблизительных объяснений в научно-технической и научной литературе. Такое многообразие и разобщенность, а в ряде случаев отсутствие установленной (рекомендованной) терминологии, ее неоднозначность и отсутствие упорядоченности затрудняют преподавание, приводят к разногласиям и противоречиям при решении учебно-методических вопросов, мешают взаимопониманию даже специалистов. Кроме того, это вызывает у преподавателей и студентов затруднения, связанные с поиском необходимых терминов в достаточно обширном информационном поле нормативной и унифицированной документации.

Учебное пособие включает термины и понятия, которые относятся непосредственно к профилирующим дисциплинам учебного плана, и дополнительный иллюстративный материал.

Как правило, для каждого понятия установлен один основной рекомендуемый термин, набранный **полужирным** шрифтом.

В отдельных случаях после основного термина в скобках приведен набранный светлым шрифтом параллельный термин, являющийся краткой формой основного термина и допустимый наравне с ним к применению при условии, что исключена возможность их различного толкования, а также набранный светлым *курсивным* шрифтом недопустимый термин.

В конце учебного пособия для облегчения поиска необходимого термина приведен алфавитный указатель терминов.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ДУ	–	двигательная установка
ЖРД	–	жидкостный ракетный двигатель
ЖРДМТ	–	жидкостный ракетный двигатель малой тяги
КА	–	космический аппарат
КПЭО	–	комплексная программа экспериментальной отработки
ЛА	–	летательный аппарат
НТД	–	нормативно-техническая документация
РД	–	ракетный двигатель
РДТТ	–	ракетный двигатель твердого топлива
ТЗ	–	техническое задание
ТНА	–	турбонасосный агрегат
ТУ	–	технические условия

1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Аварийное выключение ЖРД – преждевременное выключение ЖРД, вызванное отказом ЖРД, двигательной установки (ДУ), стендовых систем или систем летательного аппарата (ЛА).

Автономная ДУ – ДУ, каждый двигатель или блок двигателей которой получает компоненты топлива из отдельных баков. Такие установки имеют пневмогидравлические схемы, не зависящие друг от друга.

Время выхода РДТТ на режим $\tau_{в.р}$ – интервал времени от момента поступления электрического тока на инициирующее устройство РДТТ до момента достижения значения давления или тяги, соответствующего началу основного режима работы.

Время задержки воспламенения заряда РДТТ $\tau_{з.в}$ – интервал времени от момента начала поступления электрического тока на инициирующее устройство РДТТ до начала воспламенения заряда или до достижения заданного значения тяги или давления.

Время задержки тяги РДТТ $\tau_{з.т}$ – интервал времени от момента поступления электрического тока на инициирующее устройство РДТТ до момента достижения заданного значения тяги.

Время работы ЖРД – интервал времени от момента поступления первой команды на запуск ЖРД до момента подачи первой команды на его останов.

Примечание. Для ЖРД многократного включения время работы является суммой времен работ ЖРД, соответствующих каждому включению.

Высотная характеристика ЖРД – зависимость тяги от давления окружающей среды при постоянных давлении в камере сгорания и соотношении компонентов топлива.

Геометрическая степень расширения сопла – отношение площади выходного сечения сопла к площади его минимального сечения.

Гибридный РД – РД, работающий на топливе, состоящем из твердых и жидких компонентов.

Давление на срезе сопла РД – статическое давление в выходном сечении сопла РД.

Двигательная установка (ДУ) – установка, включающая в себя в общем случае источник первичной энергии, бак с рабочим телом, двигатель и систему подачи рабочего тела в двигатель (рис. 1).

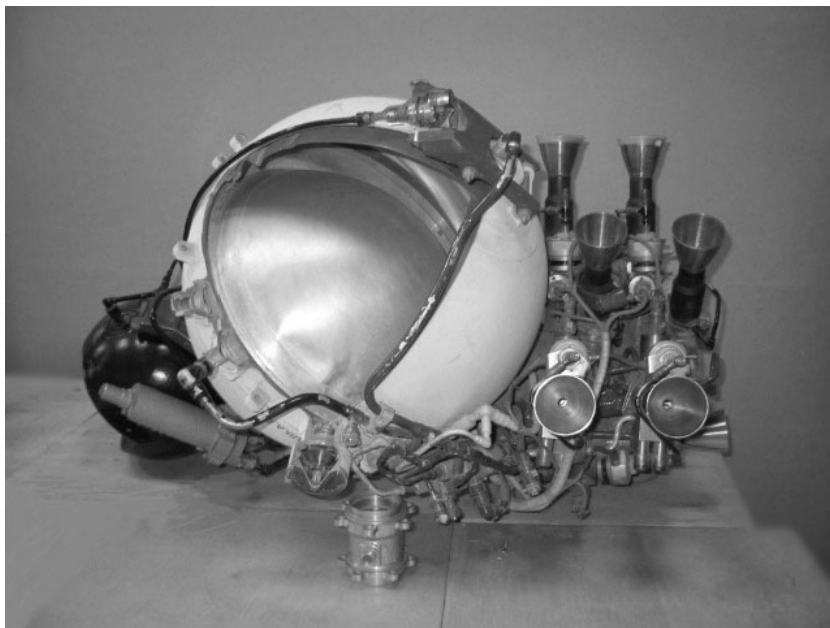


Рис. 1. Двигательная установка на основе ЖРДМТ

Двигательная установка орбитального маневрирования – ДУ, предназначенная для перемещения космического аппарата (КА) по орбите; в некоторых случаях может выполнять роль основной и тормозной ДУ.

Дефект эксплуатации ЖРД – каждое отдельное несоответствие условий эксплуатации ЖРД требованиям производственной и эксплуатационной конструкторской документации.

Дроссельная характеристика ЖРД – зависимость тяги от давления в камере сгорания при постоянных соотношении компонентов топлива и давлении окружающей среды.

Жидкостный ракетный двигатель (ЖРД) – РД, работающий на жидком ракетном топливе (рис. 2).



Рис. 2. Жидкостный ракетный двигатель РД-120 конструкции НПО «Энергомаш» им. академика В.П. Глушко

Жидкостный ракетный двигатель многократного включения – ЖРД, включающийся многократно в течение одного полета.

Жидкостный ракетный двигатель многократного использования – ЖРД, предназначенный для обеспечения нескольких полетов ЛА.

Жидкостный ракетный двигатель с дожиганием – ЖРД с насосной подачей топлива, в котором продукты газогенерации после их использования для привода турбонасосного агрегата (ТНА) поступают в камеру.

Запуск ЖРД – режим работы ЖРД от момента подачи первой команды на его включение до момента выхода на основной режим.

Примечание. При наличии нескольких основных режимов – до момента выхода на первый основной режим.

Импульс тяги ЖРД (камеры ЖРД) – интеграл от тяги ЖРД (камеры) по времени. Основная характеристика РД.

Квалификация технического состояния РД – определение вида технического состояния РД.

Коэффициент тяги k_t – отношение тяги камеры к произведению давления торможения в минимальном сечении сопла, площади этого сечения и коэффициента расхода сопла.

Примечание. Коэффициент тяги также равен отношению удельного импульса камеры к характеристической скорости в камере.

Маршевый ЖРД – ЖРД, обеспечивающий ускорения перемещаемого аппарата.

Маршевый РДТТ – РДТТ, предназначенный для разгона перемещаемого аппарата или для поддержания постоянной скорости его движения.

Массовый расход РДТТ – масса продуктов сгорания твердого ракетного топлива, воспламенителя и разложения теплозащитных бронирующих покрытий, истекающих через сопло в единицу времени.

Многорежимный ЖРД – ЖРД с несколькими основными режимами работы.

Модифицированная ДУ – ДУ, построенная на основе построенной ранее разработанной установки (по срокам разработки и надежности такие ДУ часто превосходят вновь разработанные).

Объединенная ДУ – ДУ, для работы всех двигателей которой (одиночных или в виде блоков) используются общие топливные баки.

Объемный удельный импульс тяги ЖРД (камеры ЖРД) (объемный удельный импульс ЖРД (камеры ЖРД)) – отношение тяги ЖРД (камеры ЖРД) к объемному расходу топлива ЖРД (камерой ЖРД).

Примечание. Объемный удельный импульс ЖРД (камеры ЖРД) также равен производной импульса тяги двигателя (камеры ЖРД) по объему расходуемого топлива.

Основной режим работы ЖРД – режим работы ЖРД, являющийся определяющим при выполнении основной задачи.

Период производства ЖРД – календарный срок, по истечении которого подводятся итоги контроля качества ЖРД, поставленных потребителю, и вырабатываются рекомендации по обеспечению

качества ЖРД при последующем изготовлении. Может быть определен и числом изготовленных ЖРД.

Примечание. Период производства определяется согласованным решением предприятия-разработчика, предприятия-изготовителя и потребителя ЖРД.

План приемочного контроля ЖРД – совокупность сведений об объеме партии и выборки, о методе предварительно-приемочного и приемочного контроля ЖРД, порядке проведения контрольных испытаний ЖРД и решающих правилах.

Поворотный ЖРД – ЖРД, который может поворачиваться относительно ЛА.

Полное время работы РДТТ $\tau_{\text{дв}}$ – интервал времени от момента поступления электрического тока на иницирующее устройство РДТТ до момента достижения заданного значения давления или тяги в режиме спада.

Потери в сопле из-за многофазности продуктов сгорания – потери при течении многофазных продуктов сгорания в сопле, вызванные конечным временем релаксации при образовании, охлаждении и отвердевании частиц конденсированной фазы, а также их скоростным и температурным отставанием от газообразной среды.

Потери в сопле из-за рассеяния – потери в сопле, обусловленные неравномерностью параметров потока в выходном сечении сопла.

Потери в сопле из-за трения – потери в сопле, обусловленные трением.

Потери удельного импульса в сопле (потери в сопле) – относительные потери удельного импульса в пустоте, обусловленные отклонением действительных значений параметров продуктов сгорания в сопле от идеальных значений.

Примечание. Справедлива формула

$$\zeta_c \approx \zeta_p + \zeta_{\text{тр}} + \zeta_n + \zeta_{\text{ф}} + \zeta_{\text{пр}},$$

где ζ_p – потери из-за рассеяния; $\zeta_{\text{тр}}$ – потери из-за трения; ζ_n – потери из-за химической неравновесности течения; $\zeta_{\text{ф}}$ – потери из-за многофазности продуктов сгорания; $\zeta_{\text{пр}}$ – прочие неучтенные потери.

Предварительный режим работы ЖРД – установившийся режим работы ЖРД с тягой, меньшей тяги на основном режиме, являющийся частью запуска.

Примечание. Могут иметь место несколько предварительных режимов.

Работа ЖРД – выполнение ЖРД операций, необходимых для создания или изменения значения и (или) направления тяги и (или) обеспечения условий работы других составных частей перемещаемого аппарата в соответствии с установленными требованиями.

Ракетная ДУ твердого топлива – установка, состоящая из одного или нескольких РДТТ, рулевых приводов и вспомогательных устройств, обеспечивающих их функционирование.

Ракетный двигатель (РД) – реактивный двигатель, для работы которого используются только вещества и источники энергии, имеющиеся в запасе в перемещаемом аппарате.

Примечание. Перемещаемый аппарат может быть летательным, наземным или подводным.

Ракетный двигатель твердого топлива (РДТТ) – ракетный двигатель, работающий на твердом ракетном топливе (рис. 3).

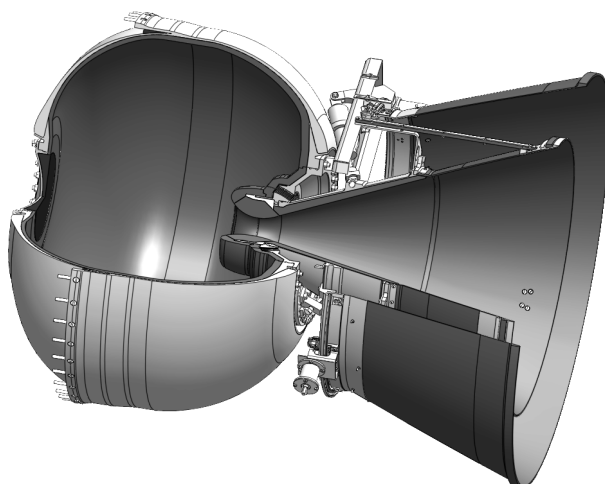


Рис. 3. Ракетный двигатель твердого топлива

Ракетный двигатель твердого топлива многократного включения – РДТТ, допускающий многократное включение и выключение в течение одного полета без переснаряжения.

Ракетный двигатель твердого топлива многократного использования – РДТТ, допускающий многократное использование.

Реактивная сила – равнодействующая газо- и гидродинамических сил, действующих на внутренние поверхности РД при истечении из него вещества, и сил давления окружающей среды, дей-

ствующих на его внешние поверхности, за исключением сил внешнего аэродинамического сопротивления.

Реактивный двигатель – двигатель, создающий силу для перемещения аппарата в пространстве путем преобразования энергии собственного или внешнего источника в кинетическую энергию отбрасываемой струи вещества.

Регулируемый РДТТ – РДТТ, допускающий выбор режима работы до включения.

Режим реверса тяги РДТТ – режим работы РДТТ от момента поступления команды на реверс тяги до момента изменения направления тяги на противоположное.

Режим спада давления РДТТ – режим работы РДТТ от момента окончания основного режима до момента снижения давления или тяги до заданного значения.

Стартовый ЖРД – ЖРД, служащий для форсирования взлета ЛА. После окончания работы обычно сбрасывается.

Стартовый РДТТ – РДТТ, предназначенный для форсирования старта перемещаемого аппарата, имеющего маршевый двигатель.

Техническая документация – совокупность документов, используемых для организации и осуществления производства, испытания, эксплуатации и ремонта продукции.

Технические условия (ТУ) – нормативно-техническая документация (НТД), устанавливающая требования к конкретной продукции.

Техническое задание (ТЗ) – исходная документация для проведения различных исследований и проектирования новых изделий.

Технологическая документация – графические и текстовые документы, определяющие технологические процессы изготовления продукции.

Тяга ЖРД – равнодействующая газо- и гидродинамических сил, действующих на внутренние поверхности камеры ЖРД при истечении из него вещества, и сил давления окружающей среды, действующих на его внешние поверхности, за исключением сил внешнего аэродинамического сопротивления.

Примечание. Состоит из тяги камер, тяги выхлопных патрубков и тяги других элементов, через которые происходит истечение рабочего тела.

Тяга РДТТ – равнодействующая реактивной силы и сил барометрического давления окружающей среды, действующих на внешние поверхности РДТТ.

Удельная масса ЖРД – отношение массы залитого ЖРД к его наибольшей тяге на основном режиме, причем масса залитого ЖРД определяется суммарной массой ЖРД (массой конструкции

ЖРД) и компонентов топлива, заполняющих его трубопроводы и агрегаты при работе.

Удельный импульс тяги ЖРД (камеры ЖРД) I_y (удельный импульс ЖРД (камеры ЖРД)) – отношение тяги ЖРД (камеры ЖРД) к массовому расходу топлива ЖРД (к массовому расходу топлива через камеру ЖРД).

Примечания. 1. Удельный импульс ЖРД (камеры ЖРД) также равен производной импульса тяги ЖРД (камеры ЖРД) по массе расходного топлива. 2. При определении удельного импульса в пустоте его обозначают $I_{y,п}$.

Удельный импульс тяги РДТТ – отношение полного импульса тяги РДТТ к суммарной массе истекших продуктов сгорания твердого ракетного топлива, заряда воспламенителя и продуктов разложения бронирующих и теплозащитных покрытий.

Характеристическая скорость в камере c^* (характеристическая скорость (недопустимый термин: *удельный импульс давления*)) – произведение давления торможения в минимальном сечении сопла, площади этого сечения и коэффициента расхода сопла, отнесенное к массовому расходу топлива камерой ЖРД.

Характеристическая скорость ЛА (КА) – скорость, которую приобрел бы ЛА или КА под действием тяги РД при отсутствии других сил и движении по прямой.

Химический РД – РД, компоненты топлива которого одновременно являются источниками теплоты и массы отбрасываемого вещества.

Цикл эксплуатации ЖРД – периодически повторяющаяся часть процесса эксплуатации от момента начала до момента окончания использования ЖРД по назначению или до момента его возвращения после использования по назначению на базу для технического обслуживания и (или) ремонта.

Примечание. Процесс эксплуатации ЖРД однократного использования состоит из одного цикла, заканчивающегося в момент окончания использования ЖРД по назначению.

Электрический РД – РД, в котором рабочее тело разгоняется до весьма высоких скоростей с помощью электрической энергии.

Электростатический РД – электрический РД, в котором предварительно ионизированное рабочее тело ускоряется в сильном электростатическом поле.

Ядерный РД – РД, в котором источником энергии является ядерное топливо.

2. КОНСТРУКЦИЯ ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

2.1. Камера сгорания

Газораспределительная решетка – элемент смесительной головки, обеспечивающий необходимое распределение расхода газа по площади смесительной головки и повышение устойчивости рабочего процесса в камере сгорания.

Днище смесительной головки – деталь смесительной головки, разделяющая между собой полости, в которых содержатся компоненты топлива или продукты газогенерации, либо отделяющая эти полости от огневого пространства и наружной среды.

Примечания. 1. Обычно различают наружное, среднее и внутреннее днища (рис. 4). 2. В камерах ЖРД с дожиганием роль наружного днища может играть газовод.

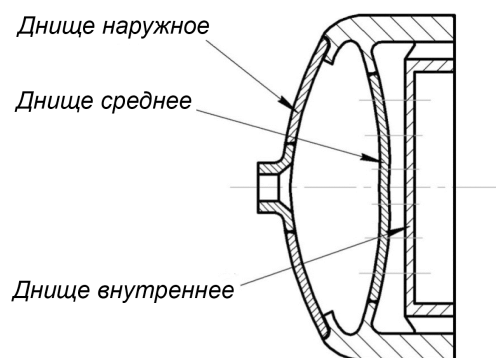


Рис. 4. Днища смесительной головки ЖРД

Камера ЖРД – агрегат ЖРД, в котором топливо или продукты газогенерации в результате химических реакций преобразуются в продукты, создающие при истечении реактивную силу.

Примечание. Камера ЖРД состоит из смесительной головки, камеры сгорания и сопла.

Камера сгорания (газогенератора) – часть камеры (газогенератора) между внутренним днищем смесительной головки и начальным сечением сопла, в которой в основном завершаются процессы смесеобразования и сгорания.

Камера сгорания ЖРД – часть камеры ЖРД, в которой в основном завершаются процессы смесеобразования и сгорания компонентов топлива и (или) продуктов газогенерации.

Примечание. Включает в себя смесительную головку и часть корпуса камеры до начального сечения сопла.

Корпус камеры (газогенератора) – часть камеры (газогенератора), представляющая собой оболочку, образующую стенку сопла и камеры сгорания без смесительной головки.

Примечание. В конструкциях с проточным или транспирационным охлаждением корпус камеры обычно состоит из внутренней и наружной стенок, образующих тракт охлаждения или его часть.

Смесительная головка камеры ЖРД (газогенератора) – часть камеры ЖРД (газогенератора), представляющая собой устройство для ввода компонентов топлива и (или) продуктов газогенерации в огневое пространство и первоначального их перемешивания между собой.

Форсунка – устройство с одним или несколькими отверстиями для распыления жидкости или газа (рис. 5).

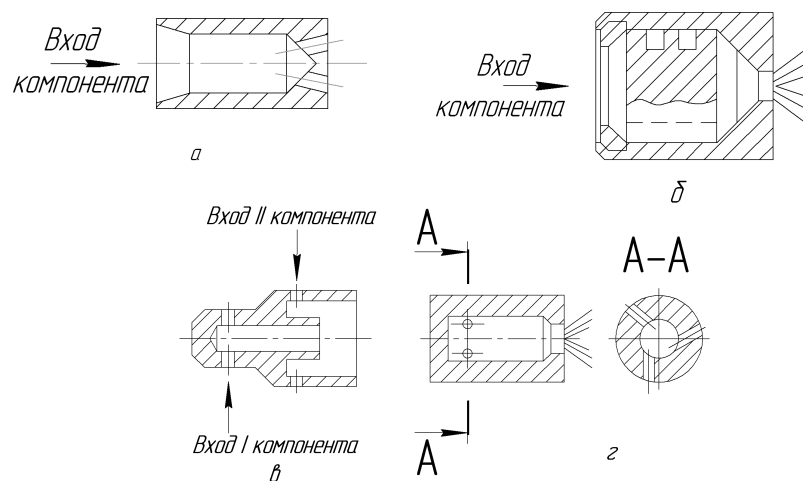


Рис. 5. Схемы форсунок:

а – струйной; б – шнекоцентробежной; в – двухкомпонентной с внутренним смешением; г – тангенциальной закрытой

2.2. Сопло

Коническое сопло – круглое сопло, расширяющаяся часть которого начиная с сечения, близкого к минимальному, имеет прямолинейный контур.

Контур выходного отверстия сопла – замкнутая линия, проведенная через выходные концевые точки всех контуров сопла.

Примечание. Для кольцевых сопел не определяется.

Контур сопла – линия пересечения поверхности сопла со стороны потока продуктов сгорания с плоскостью, проходящей через его центральную ось.

Примечание. У кольцевых сопел различают внешний и внутренний участки контура.

Контур сопла с равномерной характеристикой – контур профилированного сопла, расширяющаяся часть которого обеспечивает параллельный поток в выходном сечении сопла с одним и тем же значением скорости в любой точке этого сечения.

Контур сопла с угловой точкой – контур сопла, имеющий излом.

Примечание. Обычно излом контура расположен в минимальном сечении сопла.

Контур сопла укороченный – контур профилированного сопла, расширяющаяся часть которого представляет собой начальный участок расширяющейся части сопла, имеющего контур с равномерной характеристикой.

Критическое сечение сопла – проходное сечение, в котором скорость газа равна местной скорости звука.

Примечания. 1. При наличии в сопле необратимых процессов критическое сечение находится по потоку ниже минимального сечения. 2. На практике критическое и минимальное сечения часто отождествляются.

Круглое сопло – осесимметричное сопло, в котором любое перпендикулярное оси симметрии сечение потока продуктов сгорания представляет собой круг.

Минимальное сечение сопла – проходное сечение сопла, имеющее минимальную площадь.

Примечание. У круглых сопел минимальное сечение представляет собой плоское перпендикулярное оси симметрии сечение, у кольцевых сопел оно может быть неплоским.

Начальное сечение сопла – проходное сечение камеры, за которым начинается интенсивное изменение площади ее проходного сечения.

Примечания. 1. У круглых сопел начальное сечение представляет собой плоское перпендикулярное оси симметрии сечение, у кольцевых сопел оно может быть коническим, цилиндрическим и т. д. 2. Разделяет камеру сгорания и сопло.

Неравновесное течение в сопле – течение в сопле, при котором не соблюдаются энергетическое, химическое и фазовое равновесия или хотя бы один из этих видов равновесия.

Осесимметричное сопло – сопло, поверхность которого со стороны потока продуктов сгорания является осесимметричной.

Поворотная секция сопла – выходная секция сопла, которая может поворачиваться относительно неподвижной части сопла (рис. 6).

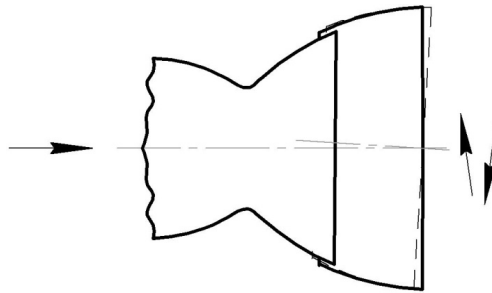


Рис. 6. Схема поворотной секции сопла

Поворотное сопло – сопло, которое может поворачиваться относительно неподвижной части камеры (рис. 7).

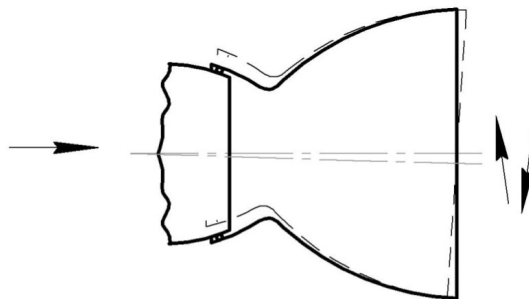


Рис. 7. Схема поворотного сопла

Профилированное сопло – сопло, расширяющаяся часть которого имеет криволинейный контур, спрофилированный с целью увеличения эффективности сопла.

Равновесное течение в сопле – течение в сопле, в каждой точке которого предполагается существование энергетического, химического и фазового равновесий продуктов сгорания.

Примечание. Под энергетическим равновесием понимают равновесное распределение атомов и молекул по энергетическим состояниям.

Раздвижное сопло – сопло с одним или несколькими выдвижными насадками, которые в выдвинутом положении являются продолжением расширяющейся части сопла и увеличивают его степень расширения.

Расчетный режим работы сопла – режим работы сопла, при котором давление газа в выходном сечении равно давлению окружающей среды.

Расширяющаяся часть сопла – часть сопла между минимальным сечением и срезом сопла.

Регулируемое сопло – сопло, степень расширения которого может изменяться требуемым образом в процессе его работы.

Режим работы сопла с недорасширением – режим работы сопла, при котором давление газа в его выходном сечении выше давления окружающей среды.

Примечание. Здесь давление определяется в одномерном приближении.

Режим работы сопла с перерасширением – режим работы сопла, при котором давление газа в его выходном сечении ниже давления окружающей среды.

Скоростное отставание в сопле – разность скоростей частиц конденсированной фазы и окружающей ее газообразной среды.

Скорость истечения – скорость потока на срезе сопла, определенная в одномерном приближении.

Сопло камеры ЖРД (сопло) – часть камеры, образующая канал переменного сечения, в котором тепловая энергия продуктов сгорания преобразуется в кинетическую энергию истекающей струи.

Сопло с косым срезом – сопло, срез которого наклонен к оси сопла под углом, отличным от прямого.

Примечание. Сопло с косым срезом не является осесимметричным, оно обычно состоит из основной осесимметричной части и небольшого неосесимметричного участка.

Срез сопла – поверхность минимальной площади, ограниченная контуром выходного отверстия сопла.

Примечания. 1. Для кольцевых сопел не определяется. 2. Для осесимметричных не кольцевых сопел совпадает с выходным сечением.

Степень расширения газа в сопле – отношение давления торможения в начальном сечении сопла к статическому давлению в его выходном сечении.

Примечание. Здесь давление определяется в одномерном приближении.

Сужающаяся часть сопла – часть сопла между начальным и минимальным сечениями.

Тарельчатое сопло – кольцевое сопло, у контура расширяющейся части которого почти или полностью отсутствует внутренний участок (рис. 8).

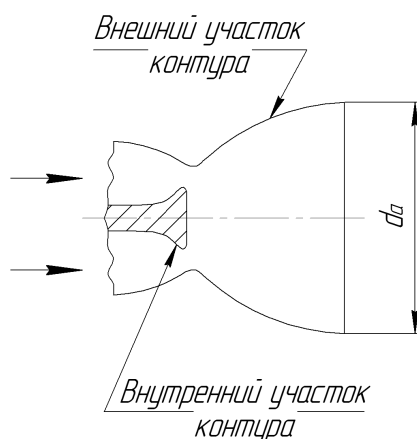


Рис. 8. Схема тарельчатого сопла

Температурное отставание в сопле – разность температур частиц конденсированной фазы и окружающей ее газообразной среды.

Химически замороженное течение в сопле – течение в сопле, в каждой точке которого предполагается постоянство химического состава продуктов сгорания.

Штыревое сопло – кольцевое сопло, у контура расширяющейся части которого почти или полностью отсутствует внешний участок (рис. 9).

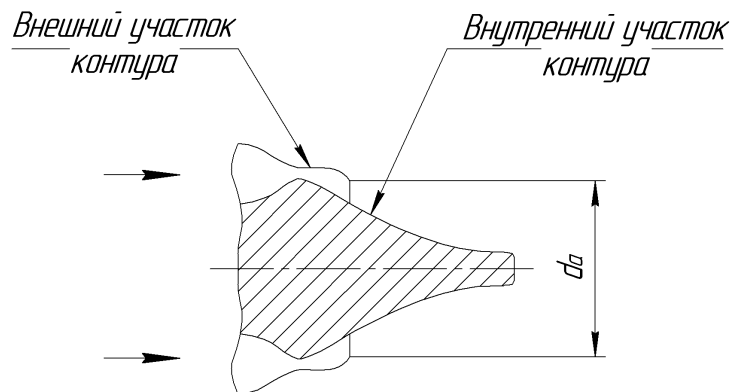


Рис. 9. Схема штыревого сопла

Экстремальный контур сопла – контур профилированного сопла, расширяющаяся часть которого определена с помощью вариационных методов.

Ядро потока – центральная (основная) часть потока, в которой на протекание рабочего процесса практически не влияют стенки и пристеночный слой.

2.3. Система подачи топлива

Автомат разгрузки – устройство, разгружающее подшипники ТНА от осевых сил путем автоматического уравнивания ротора.

Аккумулятор давления – элемент ракетной ДУ, сосуд (баллон), в котором хранятся или генерируются газы высокого давления.

Активная турбина – турбина, в которой потенциальная энергия рабочего тела преобразуется в кинетическую энергию в неподвижных сопловых устройствах и используется для создания полезной работы на рабочих лопатках турбины.

Бустерный ТНА – ТНА, устанавливаемый в топливной магистрали до входа в насос ЖРД с целью повышения давления поступающего в этот насос компонента топлива и состоящий из насоса и привода (рис. 10).

Примечание. Приводом может быть гидротурбина, газовая турбина, электропривод и т. д.

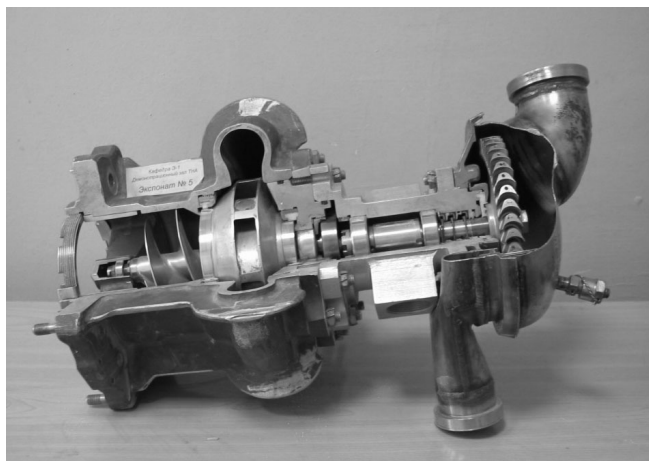


Рис. 10. Бустерный ТНА

Жидкостный газогенератор ЖРД – агрегат ЖРД, в котором основное или вспомогательное топливо в результате экзотермических химических реакций преобразуется в продукты газогенерации.

Многозонный газогенератор – газогенератор, в котором ввод компонентов топлива осуществляется через смесительную головку и корпус.

Насосная подача – подача компонентов топлива в камеру посредством насоса.

Нейтрализация ЖРД – удаление продуктов сгорания, газогенерации, компонентов топлива или атмосферного воздуха, находящихся во внутренних полостях ЖРД, воздухом, нейтральными или специальными газами. Обработка ЖРД для удаления остатков компонентов топлива и других веществ и (или) обезвреживания неудаленных остатков.

Однозонный газогенератор – газогенератор, в котором ввод компонентов топлива осуществляется только через смесительную головку (рис. 11).

Относительная масса ТНА – масса ТНА, приходящаяся на единицу мощности, развиваемой газовой турбиной.

Пассивирование поверхностей полостей ЖРД – обработка поверхностей полостей ЖРД, в результате которой на них образуется пленка материала, инертная по отношению к агрессивному воздействию компонентов топлива.

Плавающее уплотнительное кольцо насоса ТНА – деталь, разделяющая полости с разными давлениями в насосе ТНА, выполненная

в виде кольца, самоустанавливающегося при работе насоса под действием гидродинамических сил и перепада давления.



Рис. 11. Газогенератор

Продукты газогенерации – продукты разложения или низкотемпературного горения компонентов основного или вспомогательного топлива, используемые для привода ТНА, наддува топливных баков, работы агрегатов управления.

Примечание. Продукты газогенерации называются окислительными, если они получены при избытке окислителя, и восстановительными, если они получены при избытке горючего.

Пусковая турбина ТНА – газовая турбина, обеспечивающая разгон (раскрутку) ротора ТНА при запуске ЖРД.

Рессора ТНА – деталь ТНА, предназначенная для упругого соединения соосных валов входящих в него агрегатов и передачи крутящего момента (рис. 12).

Примечание. Для рессоры допускаются относительные радиальное и осевое смещения осей валов без нарушения нормальной работы ТНА.

Турбонасосный агрегат ЖРД – агрегат ЖРД, предназначенный для насосной подачи топлива в камеру и в газогенератор (рис. 13).

Примечание. ТНА обычно состоят из насосов и приводящих их в действие турбин.

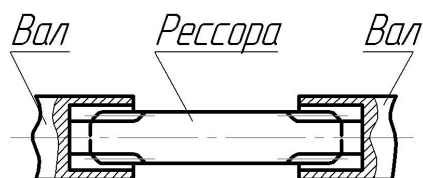


Рис. 12. Рессора ТНА

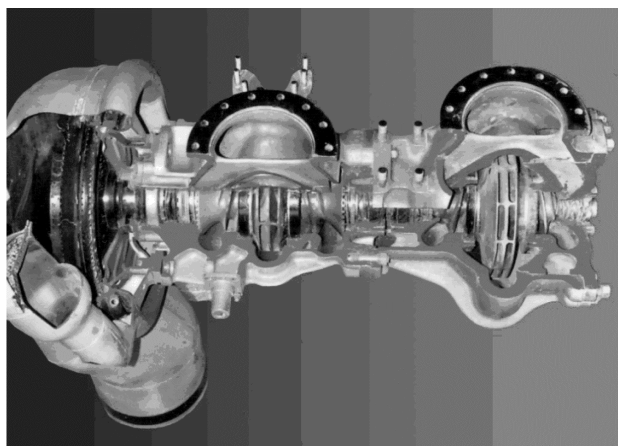


Рис. 13. Тубонасосный агрегат ЖРД без дожигания генераторного газа

Шнекоцентробежный насос – насос с предвключенным шнеком (рис. 14).



Рис. 14. Шнекоцентробежный насос

3. КОНСТРУКЦИЯ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

Бронирующее покрытие заряда РДТТ – термостойкое покрытие, защищающее часть поверхности заряда РДТТ от воздействия продуктов сгорания твердого ракетного топлива и воспламенителя и обеспечивающее требуемый режим газообразования.

Вкладной заряд РДТТ – заряд РДТТ, соединяемый с корпусом специальными конструктивными элементами, допускающими его разборку.

Воспламенитель РДТТ – узел РДТТ, предназначенный для воспламенения заряда РДТТ (рис. 15).

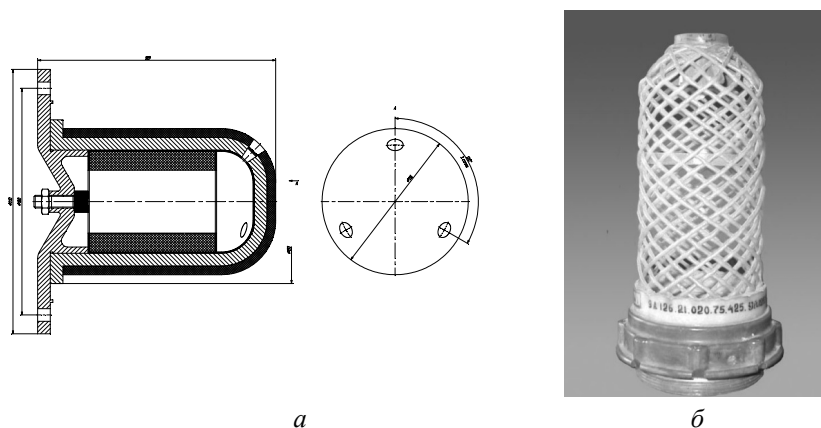


Рис. 15. Схема (а) и общий вид (б) воспламенителя РДТТ

Днище РДТТ – торцовая часть двигателя, ограничивающая камеру сгорания РДТТ.

Заглушка РДТТ – деталь или узел, предназначенный для герметизации камеры сгорания или обеспечения необходимых условий при включении РДТТ (рис. 16).

Заряд РДТТ – часть РДТТ, обеспечивающая требуемый режим газообразования.

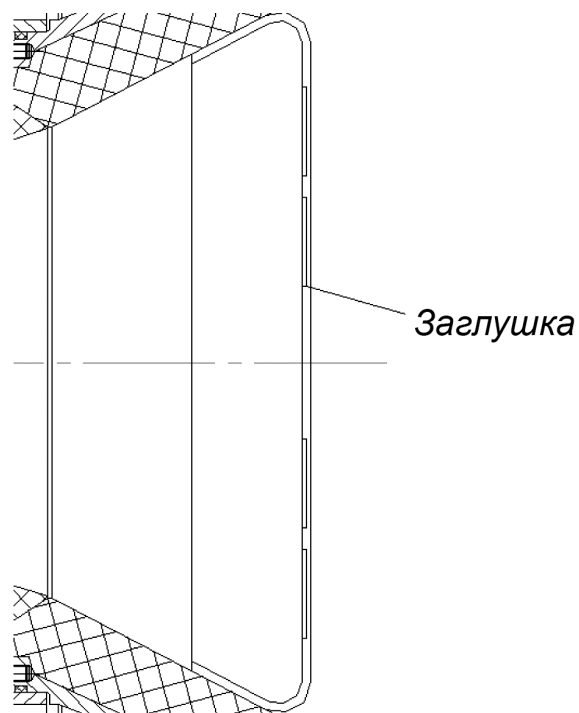


Рис. 16. Схема сопловой заглушки РДТТ

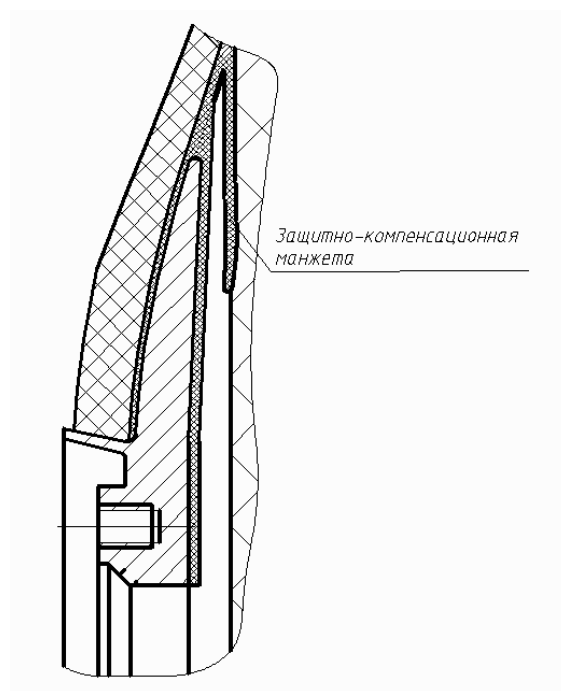
Защитно-компенсационная манжета РДТТ – деталь РДТТ, предназначенная для открепления заряда от корпуса и являющаяся бронирующим покрытием торца заряда (рис. 17).

Защитно-крепящий слой РДТТ – слой материала, предназначенный для скрепления заряда РДТТ с корпусом и предотвращения физико-химического взаимодействия материалов твердого ракетного топлива и корпуса.

Камера сгорания РДТТ – внутренняя полость РДТТ, в которой в основном завершается сгорание твердого ракетного топлива.

Комбинированный заряд РДТТ – заряд РДТТ, состоящий из нескольких частей, различающихся по конструкции и составу топлива.

Корпус РДТТ – часть РДТТ, предназначенная для образования камеры сгорания, размещения заряда, монтажа узлов и агрегатов и соединения РДТТ с перемещаемым аппаратом.



a



б

Рис. 17. Схема (*a*) и общий вид (*б*) защитно-компенсационной манжеты

Корпус РДТТ типа «кокон» – корпус РДТТ, изготовленный намоткой как единое целое с днищами (рис. 18).

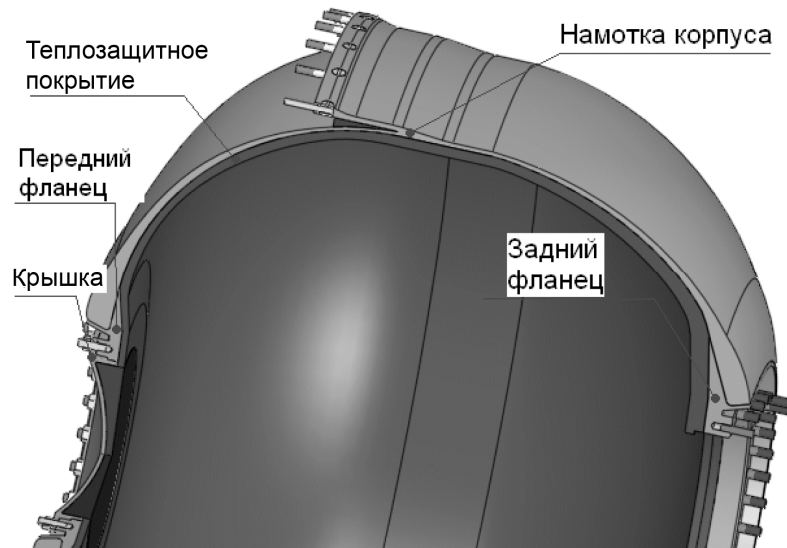


Рис. 18. Схема корпуса РДТТ типа «кокон»

Коэффициент массового совершенства РДТТ $\alpha_{к.дв}$ – отношение разности массы РДТТ $M_{к.дв}$ и суммарной массы твердого ракетного топлива M_T и заряда воспламенителя $M_{з.вп}$ инициирующего состава к суммарной массе твердого ракетного топлива и заряда воспламенителя инициирующего состава:

$$\alpha_{к.дв} = \frac{M_{к.дв} - (M_T + M_{з.вп})}{M_T + M_{з.вп}}.$$

Коэффициент объемного заполнения РДТТ ϵ_W – отношение объема заряда к внутреннему объему РДТТ.

Нулевые потери удельного импульса тяги РДТТ – потери удельного импульса тяги РДТТ, обусловленные нахождением органов управления двигателя в нулевом положении.

Поворотное управляющее сопло РДТТ – управляющее сопло РДТТ с непрерывным контуром, создающее управляющие силы в результате поворота подвижной части сопла в плоскости, проходящей через продольную ось сопла (рис. 19).

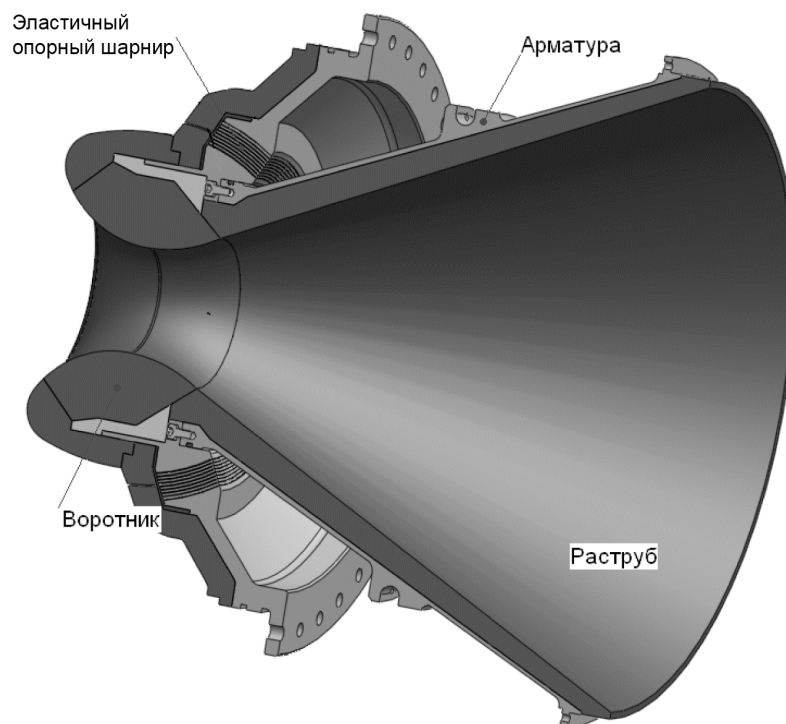


Рис. 19. Схема поворотного управляющего сопла

Позиционные потери удельного импульса тяги РДТТ – потери удельного импульса тяги РДТТ в результате отклонения органов управления двигателем от нулевого положения.

Потери удельного импульса тяги РДТТ вследствие «утопленности» сопла – потери, обусловленные использованием «утопленного» сопла.

Раздвижное сопло РДТТ – сопло РДТТ, расширяющаяся часть которого образована одним или несколькими выдвигаемыми насадками.

Разрезное управляющее сопло РДТТ – управляющее сопло РДТТ, имеющее разъем в критической или расширяющейся части и создающее управляющую силу при отклонении подвижной части в плоскости, проходящей через его продольную ось.

Решетка РДТТ – узел, предназначенный для создания опорной поверхности для вкладного заряда.

Свод горения заряда РДТТ – расстояние, на которое перемещается горящая поверхность заряда РДТТ за определенный интервал времени.

Секционный заряд РДТТ – скрепленный заряд РДТТ, состоящий из нескольких частей.

Скрепленный заряд РДТТ – заряд РДТТ, изготовленный литьем или вклеиванием детали из твердого ракетного топлива в корпус, образующий с корпусом РДТТ неразъемное соединение.

Сопло РДТТ – часть РДТТ, образующая канал переменного сечения, в котором тепловая энергия продуктов сгорания твердого ракетного топлива преобразуется в кинетическую энергию истекающей струи.

Сопловой блок РДТТ – часть РДТТ, состоящая из одного или нескольких сопел и устройств, обеспечивающих их функционирование (рис. 20).

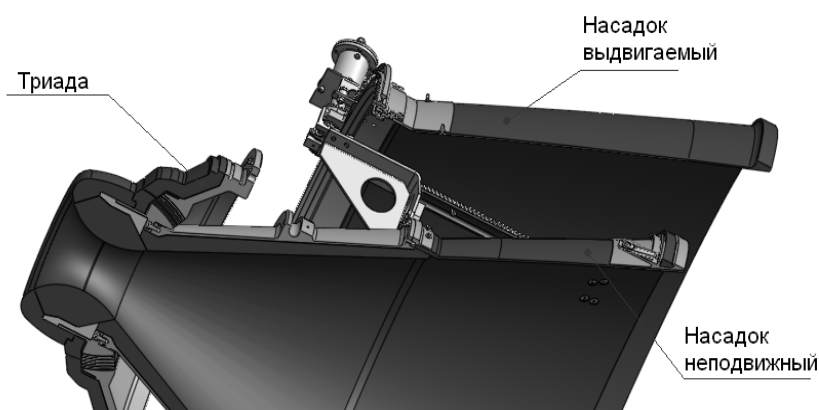


Рис. 20. Схема соплового блока РДТТ

Сопловой насадок РДТТ – часть РДТТ в виде короткой расширяющейся трубы, присоединяемой к расширяющейся части сопла для увеличения геометрической степени расширения сопла.

Тепловые потери РДТТ – часть теплоты, выделяющейся при сгорании заряда РДТТ и затрачиваемой на нагрев конструкции РДТТ и излучение ею теплоты в окружающую среду.

Тепловые потери удельного импульса тяги РДТТ – потери удельного импульса тяги РДТТ вследствие нагрева и излучения конструкцией теплоты в окружающую среду.

Теплозащитное покрытие РДТТ – покрытие, нанесенное на узлы и агрегаты РДТТ для обеспечения их теплового состояния в заданных пределах.

Узел выключения РДТТ – устройство, предназначенное для гашения заряда РДТТ (рис. 21).

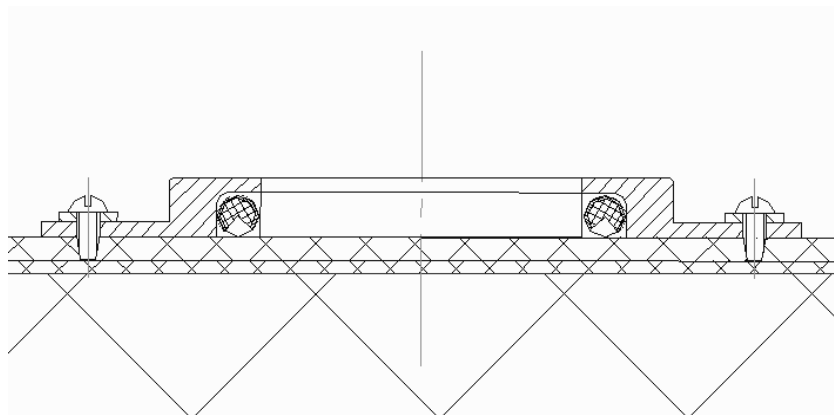


Рис. 21. Узел выключения РДТТ

Узел реверса тяги РДТТ – устройство, предназначенное для изменения направления тяги РДТТ на противоположное (рис. 22).

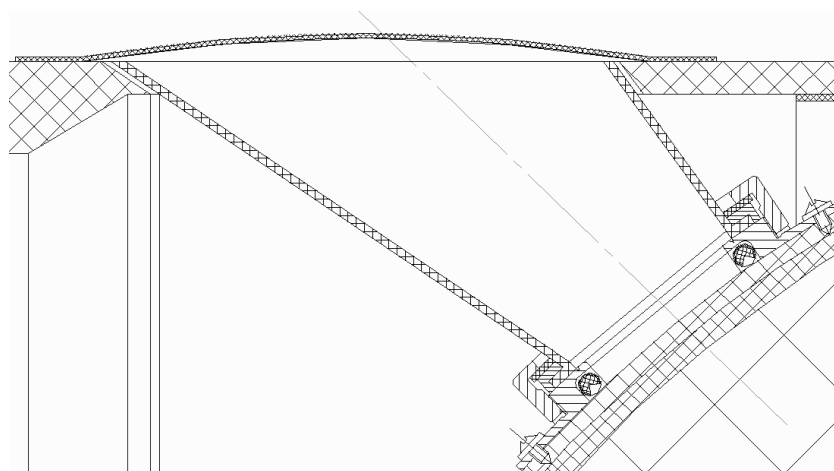


Рис. 22. Узел и сопло реверса тяги РДТТ

Управляющее сопло РДТТ – сопло РДТТ, имеющее устройство для создания сил и моментов, управляющих положением перемещающегося аппарата.

Шашка РДТТ – деталь, изготовленная из твердого ракетного топлива и используемая в качестве вкладного заряда РДТТ или его составной части.

Эрозионно-стойкое покрытие РДТТ – теплозащитное покрытие РДТТ, стойкое к воздействию потока газа, твердых и жидких частиц, содержащихся в продуктах сгорания заряда РДТТ.

4. ОХЛАЖДЕНИЕ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Абляционное охлаждение – предотвращение перегрева элемента конструкции путем поглощения теплоты материалом и уноса его массы.

Абляция – унос массы с поверхности твердого тела потоком горячего газа в результате оплавления, испарения, разложения и химической эрозии.

Автономное охлаждение – проточное охлаждение, при котором отводимая теплота не передается компонентам топлива.

Внутреннее охлаждение – уменьшение теплового потока к элементам конструкции ЖРД путем создания у их поверхности защитного слоя жидкости или газа (рис. 23).

Емкостное охлаждение – предотвращение перегрева элемента конструкции путем поглощения теплоты материалом без уноса его массы.

Завесное охлаждение – внутреннее охлаждение, осуществляемое путем создания защитного слоя жидкости или газа, текущего вдоль стенки, с помощью поясов завесы камеры (газогенератора).

Наружное охлаждение ЖРД – отвод теплоты от элементов конструкции ЖРД к охладителю или в окружающее пространство (рис. 24).

Пояс завесы камеры (газогенератора) – совокупность элементов камеры (газогенератора), расположенных в одном поперечном сечении и предназначенных для ввода одного из компонентов топлива или продуктов газогенерации в пристеночную область огневого пространства для создания защитного слоя жидкости или газа (рис. 25).

Проточное охлаждение – наружное охлаждение охладителем, протекающим по каналам в стенке тракта охлаждения камеры (газогенератора).

Радиационное охлаждение – наружное охлаждение, осуществляемое излучением теплоты в окружающую среду.

Регенеративное охлаждение – проточное охлаждение, при котором отводимая теплота передается компонентам топлива.

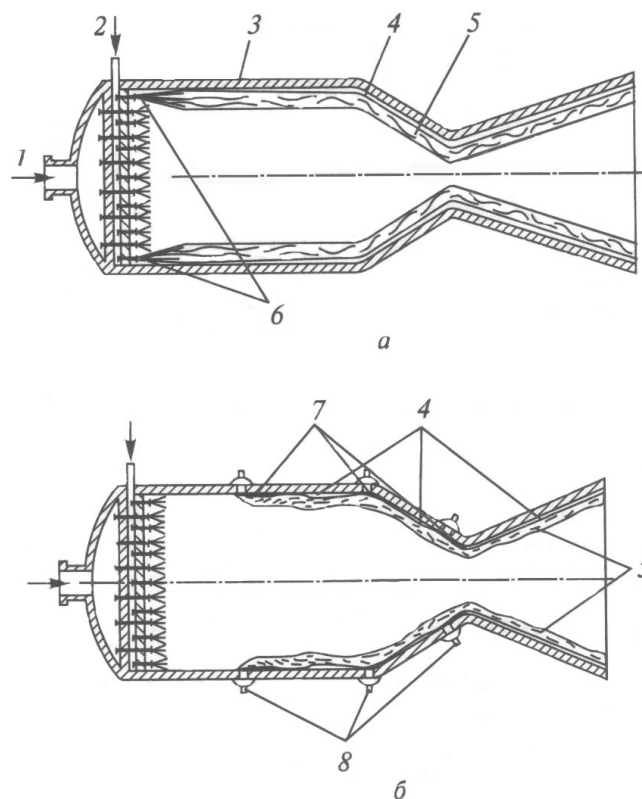


Рис. 23. Схемы создания пристеночного слоя для внутреннего охлаждения:
а – с помощью периферийных форсунок; *б* – с помощью поясов завесы;
 1 – окислитель; 2 – горючее; 3 – стенка камеры; 4 – пограничный слой;
 5 – пристеночный слой; 6 – периферийные форсунки; 7 – жидкий охладитель; 8 – пояса завесы

Теплозащитный материал – материал, имеющий низкую теплопроводность.

Теплоизоляционная защита – уменьшение теплового потока при включении в конструкцию агрегата элементов, обладающих высоким тепловым сопротивлением.

Примечание. Осуществляется путем применения теплоизоляционных покрытий стенок, экранов и т. п. в камерах, газогенераторах и других агрегатах для их защиты от воздействия высоких температур либо для снижения тепловых потерь.

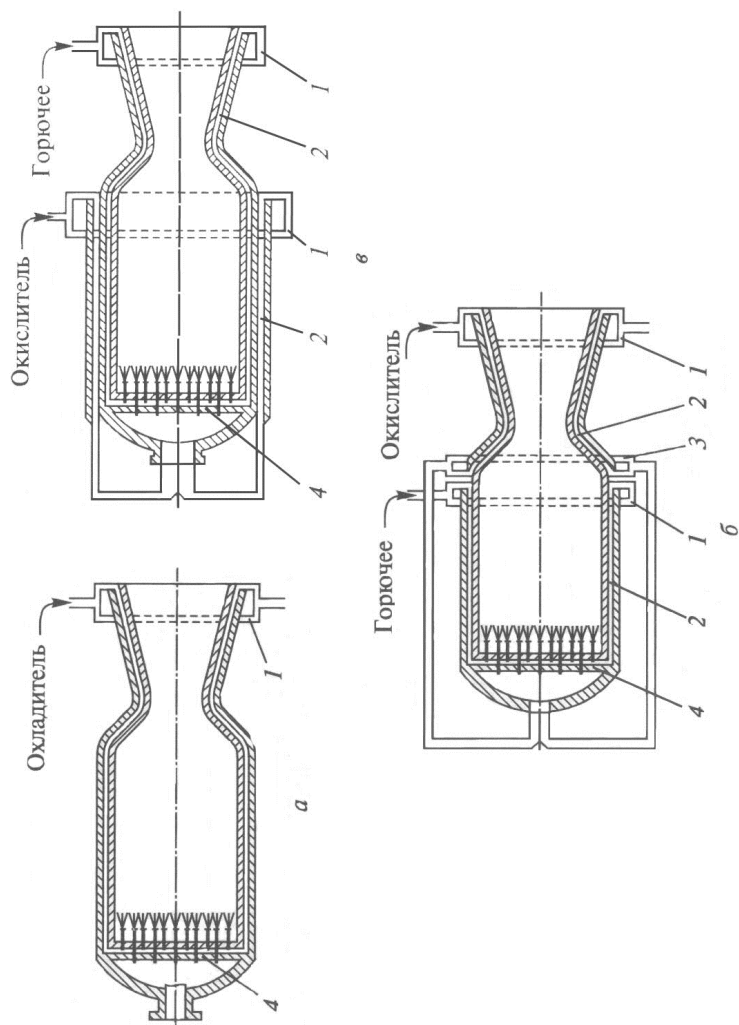


Рис. 24. Схемы наружного охлаждения ЖРД:

а – одним компонентом; *б*, *в* – двумя компонентами; 1 – входной коллектор; 2 – охлаждающий тракт; 3 – выходной коллектор; 4 – головка



Рис. 25. Пояс завесы камеры

Тракт охлаждения камеры (газогенератора) – совокупность служащих для протекания охладителя каналов в корпусе и в смесительной головке камеры (газогенератора) с проточным или транспирационным охлаждением.

Транспирационное охлаждение – внутреннее охлаждение, осуществляемое путем вдува в пограничный слой газа или пара через пористую или перфорированную стенку.

5. ТОПЛИВА И РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

Антипульсационная перегородка – элемент смесительной головки, повышающий устойчивость рабочего процесса в камере сгорания (газогенераторе).

Вспомогательное жидкое ракетное топливо – жидкое ракетное топливо, отличающееся по составу от основного топлива и применяемое только для вспомогательных целей. Продукты газогенерации или сгорания часто выбрасываются не через камеру сгорания основной камеры.

Примечание. Одним или несколькими компонентами многокомпонентного вспомогательного жидкого топлива могут быть компоненты основного топлива.

Высококипящий компонент жидкого ракетного топлива – компонент жидкого ракетного топлива, давление насыщенного пара которого при максимальной температуре в условиях эксплуатации или хранения ниже допустимого по условиям прочности топливных баков.

Примечание. Высококипящий компонент жидкого топлива можно хранить в конденсированном состоянии в герметизированных стационарных емкостях и топливных баках без принятия специальных мер по охлаждению компонента или возврату конденсата, практически без потерь на испарение.

Высокочастотные колебания в камере сгорания – автоколебания в камере сгорания, частота которых близка к одной из собственных акустических частот колебаний камеры.

Вытеснительная подача топлива – подача компонентов топлива в камеру путем их вытеснения из топливных баков.

Граница устойчивости рабочего процесса в камере сгорания (газогенераторе) ЖРД – совокупность значений параметров режима работы камеры сгорания (газогенератора), разделяющая область устойчивости рабочего процесса и область неустойчивости.

Давление в камере сгорания p_k (давление в газогенераторе $p_{гг}$) – среднее статическое давление продуктов сгорания в начале камеры сгорания (газогенератора) вблизи смесительной головки.

Достартовый расход компонента топлива ЖРД – масса компонента топлива, потребляемая двигателем первой ступени от момента получения первой команды на включение ЖРД до момента начала движения перемещаемого аппарата.

Жесткое возбуждение автоколебаний в камере сгорания – возникновение в камере сгорания автоколебаний из-за возмущения, превышающего определенное критическое значение.

Жидкий ракетный окислитель (окислитель) – компонент жидкого ракетного топлива, служащий для окисления горючего в процессе горения.

Жидкое ракетное горючее (горючее) – компонент жидкого ракетного топлива, окисляющийся в процессе горения.

Жидкое ракетное топливо – вещество или совокупность веществ в жидком состоянии, способные в результате экзотермических химических реакций образовывать продукты, создающие реактивную силу при их истечении из РД.

Задержка воспламенения топлива в ЖРД $\tau_{з.в}$ (задержка воспламенения) – интервал времени от момента начала поступления второго компонента топлива в камеру сгорания ЖРД до начала воспламенения топлива.

Ингибитор – присадка к компоненту топлива, тормозящая нежелательные химические процессы, происходящие при его эксплуатации или хранении.

Примечание. Под нежелательными понимаются процессы полимеризации и окисления компонента, коррозия металла, соприкасающегося с компонентом, и т. п.

Компонент жидкого ракетного топлива (компонент топлива) – отдельно хранимая и подводимая к ЖРД отличающаяся по составу часть жидкого ракетного топлива.

Примечания. 1. Компонент жидкого топлива может состоять из одного вещества или из смеси различных химических веществ. 2. Жидкое ракетное топливо может быть одно-, двух- и многокомпонентным.

Конечный режим работы ЖРД – установившийся режим работы ЖРД перед остановом с тягой, меньшей тяги на основном режиме.

Коэффициент избытка окислительных элементов α – отношение суммы произведений чисел грамм-атомов окислительных

элементов и их высшей валентности к сумме произведений чисел грамм-атомов окисляющихся элементов в том же количестве топлива и их высшей валентности.

Примечание. При $\alpha = 1$ в продуктах сгорания содержатся только продукты полного окисления.

Массовое соотношение компонентов топлива в ЖРД (камере, газогенераторе) K_m – отношение массового расхода окислителя $\dot{m}_o$ при работе ЖРД (камеры, газогенератора) к соответствующему массовому расходу горючего $\dot{m}_r$:

$$K_m = \frac{\dot{m}_o}{\dot{m}_r}.$$

Массовый расход горючего ЖРД (расход горючего) – масса горючего, расходуемого при работе ЖРД в единицу времени.

Массовый расход топлива ЖРД (расход топлива) – масса топлива, расходуемого при работе ЖРД в единицу времени.

Металлосодержащее топливо – ракетное топливо, в состав которого входят металлосодержащие компоненты.

Многофазное течение в сопле – течение в сопле продуктов сгорания, состоящих из газообразной, жидкой и твердой фаз.

Примечание. Имеет место при течении продуктов сгорания, в которых содержатся частицы конденсированных компонентов, например оксидов.

Мягкое возбуждение автоколебаний в камере сгорания – возникновение в камере сгорания автоколебаний из-за произвольно малых возмущений.

Несамовоспламеняющееся топливо – топливо, компоненты которого не воспламеняются при контакте между собой и требуют дополнительной системы или компонента для воспламенения.

Примечание. Несамовоспламеняющиеся топлива – все топлива на основе кислорода.

Неустойчивый рабочий процесс в камере сгорания – рабочий процесс в камере сгорания с автоколебаниями, характеристики которых выходят за установленные пределы.

Низкокипящий компонент жидкого ракетного топлива – компонент жидкого ракетного топлива, давление насыщенного пара которого при максимальной температуре в условиях эксплуа-

тации или хранения выше допустимого по условиям прочности топливных баков.

Примечание. Низкокипящий компонент топлива нельзя хранить в конденсированном состоянии в герметизированных топливных баках без принятия специальных мер по охлаждению компонента или возврату конденсата.

Низкочастотные колебания в камере сгорания – автоколебания в камере сгорания, частота которых меньше минимальной собственной акустической частоты.

Область устойчивости рабочего процесса в камере сгорания (газогенераторе) – область значений параметров режима работы камеры сгорания (газогенератора), при которых рабочий процесс устойчив.

Образцовое ракетное топливо – ракетное топливо, с характеристиками которого сравниваются соответствующие характеристики рассматриваемого топлива.

Объемное соотношение компонентов топлива в ЖРД K_V (объемное соотношение компонентов) – отношение объемного расхода окислителя при работе ЖРД к соответствующему объемному расходу горючего.

Объемный расход топлива ЖРД (объемный расход топлива) – объем топлива, расходуемого при работе ЖРД в единицу времени.

Останов ЖРД – режим работы ЖРД от момента поступления первой команды на его включение до момента исчезновения тяги.

Примечание. Конечный режим работы не входит в останов ЖРД.

Относительная расходонапряженность камеры (газогенератора) – отношение расходонапряженности к давлению в камере (газогенераторе).

Плотность жидкого ракетного топлива – расчетная величина, равная отношению суммарной массы компонентов топлива к их объему при заданном значении соотношения компонентов.

Показатель адиабаты – показатель степени в уравнении $p/\rho = \text{const}$ (p – давление, ρ – плотность), описывающем течение газообразных продуктов сгорания в сопле при отсутствии теплообмена с окружающей средой.

Поперечные колебания в камере сгорания – высокочастотные колебания в плоскости, перпендикулярной оси камеры сгорания.

Примечание. В зависимости от направления колебательного движения различают тангенциальные, радиальные и смешанные поперечные колебания.

Присадка к компоненту жидкого ракетного топлива (присадка) – вещество, вводимое в компонент жидкого ракетного топлива для придания ему требуемых свойств.

Продольные колебания в камере сгорания – высокочастотные колебания вдоль оси камеры сгорания.

Псевдожидкое топливо – ракетное топливо, в состав которого входят порошкообразные компоненты, которые можно флюидизировать и подавать в камеру сгорания аналогично жидкому компоненту.

Пусковое жидкое ракетное топливо – вспомогательное жидкое ракетное топливо, применяемое только для запуска ЖРД.

Рабочее тело – вещество, которое в виде реактивной струи выбрасывается из двигателя.

Рабочий процесс в камере сгорания – совокупность происходящих в камере сгорания процессов превращения компонентов топлива или продуктов газогенерации в продукты сгорания.

Радиационная стойкость компонента жидкого ракетного топлива – способность компонента жидкого ракетного топлива сохранять физико-химические свойства при длительном воздействии электромагнитного и корпускулярного излучений.

Распыление жидких компонентов топлива – распад струй или пелен компонентов топлива, истекающих из форсунок, на капли.

Расходный комплекс β – произведение статического давления в начальном сечении камеры сгорания вблизи смесительной головки и площади минимального сечения сопла, отнесенное к массовому расходу топлива через камеру ЖРД.

Примечания. 1. При использовании для анализа стабильности характеристик камеры сгорания в процессе ее серийного производства расходный комплекс рекомендуется определять по статическому давлению в начальном сечении камеры сгорания вблизи смесительной головки. 2. При использовании для анализа многофазных течений расходный комплекс рекомендуется определять по давлению торможения в начальном сечении сопла; обозначается β_s .

Расходонапряженность камеры (газогенератора) – отношение массового расхода продуктов сгорания к площади поперечно-

го проходного сечения камеры сгорания ЖРД (газогенератора) вблизи смесительной головки.

Самовоспламеняющееся жидкое ракетное топливо – жидкое ракетное топливо, компоненты которого воспламеняются при контакте между собой в диапазонах значений давления и температуры, имеющих место при эксплуатации ЖРД.

Смесеобразование в камере сгорания (газогенераторе) – распределение, ввод, распыление и смешение компонентов топлива и продуктов газогенерации.

Среднее время пребывания в камере сгорания – отношение массы продуктов, находящихся в камере сгорания, к массовому расходу топлива в камере сгорания.

Стабилизатор компонента жидкого ракетного топлива – присадка к компоненту жидкого ракетного топлива, способствующая увеличению стабильности его физико-химических свойств при хранении или эксплуатации.

Стабильное жидкое ракетное топливо – жидкое ракетное топливо, состоящее только из стабильных компонентов.

Стабильность компонента жидкого ракетного топлива – способность компонента жидкого ракетного топлива сохранять физико-химические свойства в условиях эксплуатации или хранения в течение заданного времени.

Суспензионное топливо – ракетное топливо, компонентом которого является суспензия.

Температура сгорания в камере (газогенераторе) – температура торможения продуктов сгорания (газогенерации) на выходе из камеры сгорания.

Термостабильность компонента жидкого ракетного топлива – способность компонента жидкого ракетного топлива сохранять химический состав и не выделять твердые составляющие при нагреве в условиях эксплуатации.

Термостатирование ЖРД (компонентов топлива) – доведение температуры ЖРД (компонентов топлива) до заданного значения и поддержание ее в установленном температурном диапазоне.

Примечание. Термостатирование ЖРД можно проводить как совместно с термостатированием компонентов топлива, так и отдельно.

Тиксотропное топливо – ракетное топливо, содержащее один или несколько компонентов в желеобразном состоянии, приобретающих текучесть под действием перепада давления.

Устойчивый рабочий процесс в камере сгорания – рабочий процесс в камере сгорания без автоколебаний, характеристики которых выходят за установленные пределы.

Флегматизатор компонента жидкого ракетного топлива (флегматизатор) – присадка к компоненту жидкого топлива, вводимая для уменьшения чувствительности компонента к внешнему воздействию.

Шугообразное топливо – ракетное топливо, содержащее один или несколько компонентов в шугообразном состоянии.

Примечание. Представляет собой жидкоподвижную смесь веществ в жидком и в твердом состоянии.

Эффективность ракетного топлива – относительная характеристика ракетного топлива в условиях его применения, оптимальных для выполнения данной задачи с рассматриваемым и образцовым топливами, определяемая конечным результатом.

Примечание. Конечный результат обычно оценивают по значению изменения массы полезного груза или скорости полета в конце активного участка траектории.

6. АВТОМАТИКА И РЕГУЛИРОВАНИЕ ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

Автоматическое управление – управление каким-либо объектом в соответствии с заданным алгоритмом без непосредственного участия человека.

Агрегаты автоматики ЖРД – совокупность установленных в ЖРД устройств, обеспечивающих управление, регулирование и обслуживание ЖРД.

Примечание. Устройства могут быть механическими, гидравлическими, пневматическими, электрическими, пиротехническими и т. д.

Астатический регулятор – автоматический регулятор, поддерживающий заданное значение регулируемой величины при любом значении внешнего воздействия на систему регулирования.

Вдув (впрыск) в сопло – несимметричный ввод в расширяющуюся часть сопла вторичного потока газа (жидкости), приводящий к возникновению боковой неуравновешенной силы (рис. 26).

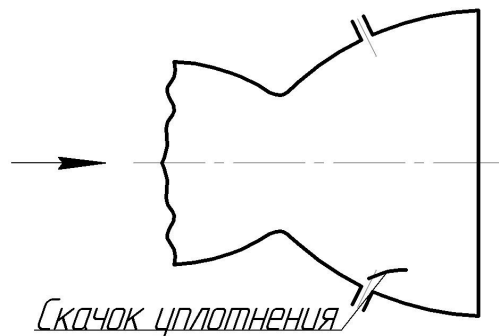


Рис. 26. Схема вдува в расширяющуюся часть сопла

Газовый руль – профилированный поворотный элемент, устанавливаемый в потоке продуктов сгорания вблизи выходного сечения сопла и имеющий две рабочие поверхности, обтекаемые потоком (рис. 27).

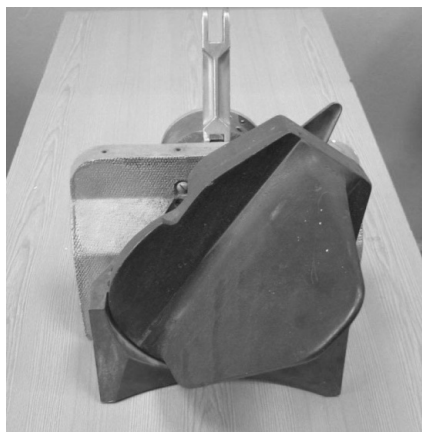


Рис. 27. Газовый руль

Импеданс смесительной головки камеры (газогенератора) – комплексная величина, модуль которой равен отношению амплитуды колебаний давления к амплитуде колебаний скорости вблизи смесительной головки, а фаза – сдвигу фаз между колебаниями давления и колебаниями скорости.

Импеданс сопла – комплексная величина, модуль которой равен отношению амплитуды колебаний давления к амплитуде колебаний скорости в начальном сечении сопла, а фаза –

сдвигу фаз между колебаниями давления и колебаниями скорости.

Переходный процесс – процесс изменения во времени характеристик динамической системы при ее переходе из одного установившегося состояния в другое под действием приложенного возмущения.

Периферийный руль – профилированный поворотный элемент, в нейтральном положении являющийся продолжением сопла и имеющий одну рабочую поверхность, обтекаемую потоком продуктов сгорания.

Поворотная камера ЖРД – камера, которая может поворачиваться относительно неподвижных частей ЖРД.

Рулевая камера ЖРД – вспомогательная неподвижная или поворачивающаяся камера, служащая для создания управляющих сил и моментов.

Рулевое сопло – вспомогательное поворачивающееся или неподвижное сопло, служащее для создания управляющих усилий.

Рулевой ЖРД – ЖРД, создающий силы и моменты, используемые для управления положением перемещаемого аппарата на активном участке полета.

Примечание. Рулевой ЖРД дополнительно может выполнять функции маршевого ЖРД и др.

Рулевой привод – привод, изменяющий положение поворотных или выдвигаемых устройств, создающих управляющие силы и моменты.

Рулевые двигатели – вспомогательные двигатели, создающие управляющий момент для управления угловым положением перемещаемого аппарата (рис. 28).



Рис. 28. Рулевой двигатель реактивной системы управления

Управляющий щиток (триммер) – пластина, расположенная вблизи выходного сечения сопла и вдвигаемая в поток продуктов сгорания (рис. 29).

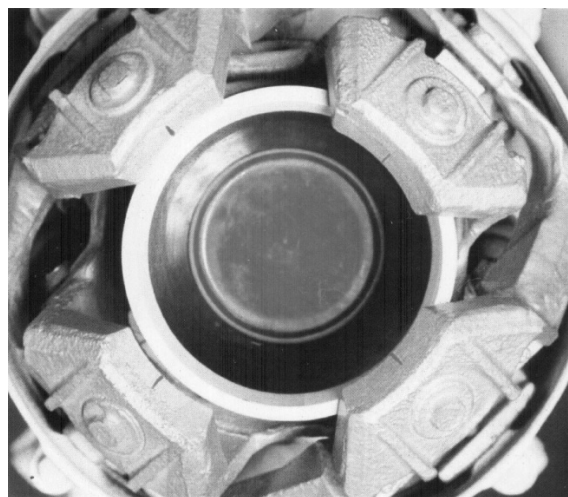


Рис. 29. Вид триммеров со стороны среза сопла

7. ЖИДКОСТНЫЕ РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ МАЛОЙ ТЯГИ

Блок ЖРДМТ – сборочная единица, состоящая из нескольких ЖРДМТ, объединенных хотя бы одним общим элементом (см. рис. 1).

Примечание. Двигатели, входящие в блок ЖРДМТ, могут объединяться силовой рамой, панелью, системой подвода топлива, теплоизоляцией и др.

Время включения ЖРДМТ $\tau_{\text{вк}}$ – интервал времени от момента подачи напряжения на электроклапан до момента снятия напряжения.

Время выхода ЖРДМТ на режим $\tau_{0,9}$ (время выхода) – интервал времени от момента подачи напряжения на электроклапан ЖРДМТ до момента, когда тяга или давление в камере достигает значения, равного 0,9 значения тяги или давления в камере на непрерывном режиме.

Примечание. Момент, когда тяга или давление в камере достигает значения, равного 0,9 значения тяги или давления в камере на непрерывном режиме, определяется по усредненной кривой нарастания тяги или давления в камере при выходе ЖРДМТ на непрерывный режим без учета колебаний и всплесков.

Время останова ЖРДМТ $\tau_{\text{од}}$ – интервал времени от момента снятия напряжения с электроклапана до момента, когда тяга или давление в камере снизится до значения, равного 0,1 значения тяги или давления в камере на непрерывном режиме.

Примечание. Момент, когда тяга или давление в камере снизится до значения, равного 0,1 значения тяги или давления в камере на непрерывном режиме, определяется по усредненной кривой уменьшения тяги или давления в камере при останове ЖРДМТ без учета колебаний и всплесков.

Время работы ЖРДМТ – сумма времени включения и времени останова ЖРДМТ.

Время эксплуатации ЖРДМТ – время пребывания ЖРДМТ в составе ЛА в состоянии готовности к использованию и при непосредственном использовании по назначению.

Высотное испытание ЖРДМТ – огневое испытание ЖРДМТ при полном расширении газов в сопле, обеспечиваемом откачкой газов с помощью эжектора, вакуумного насоса или газодинамической трубы.

Двигатели коррекции – двигатели, обеспечивающие коррекцию траектории объекта управления, т. е. некоторое изменение направления и скорости его движения.

Двигательная установка стыковки – ДУ, используемая для стыковки двух КА на орбите.

Двухкомпонентный ЖРДМТ – ЖРДМТ, работающий на двухкомпонентном жидком ракетном топливе.

Динамическая характеристика ЖРДМТ – зависимость динамического параметра ЖРДМТ от режима и условий работы.

Динамический параметр ЖРДМТ – интервал времени, характеризующий переходный процесс в ЖРДМТ.



Рис. 30. ЖРДМТ разработки КБ Химмаш им. А.М. Исаева

Жидкостный ракетный двигатель малой тяги – ЖРД тягой 0,01...1600 Н, используемый в качестве исполнительного органа системы управления КА (рис. 30).

Примечание. Применяется для ориентации, стабилизации, коррекции, сближения, причаливания, стыковки, торможения, спуска, посадки и

других операций маневрирования, а также для придания ЛА ускорения с целью создания тяжести, например, для обеспечения запуска маршевого ЖРД, отделения частей ЛА и др.

Жидкостный ракетный двигатель малой тяги ориентации (ЖРДМТ ориентации) – ЖРДМТ, создающий силы и моменты, используемые для управления положением ЛА на пассивном участке полета.

Заклапанная полость ЖРДМТ (заклапанная полость) – часть топливного тракта ЖРДМТ, остающаяся сообщенной с камерой ЖРДМТ при закрытом электроклапане.

Импульсный режим работы ЖРДМТ (импульсный режим) – режим многократных кратковременных включений ЖРДМТ, при котором удельный импульс тяги в общем случае зависит от времени включения, порядкового номера импульса и частоты включений.

Примечание. Для большинства существующих конструкций двухкомпонентных ЖРДМТ максимальное время включения при импульсном режиме работы составляет 0,25...1,00 с.

Импульс последствия ЖРДМТ $I_{\text{пд}}$ (импульс последствия) – интеграл от функции тяги по времени за время останова ЖРДМТ.

Импульс тяги ЖРДМТ при выходе на режим $I_{0,9}$ (импульс при выходе) – интеграл от функции тяги по времени за время выхода ЖРДМТ на режим.

Каталитический ЖРДМТ – ЖРДМТ, в котором превращение топлива (обычно однокомпонентного) в газообразные продукты химических реакций осуществляется с помощью катализатора.

Коэффициент заполнения импульсного режима ЖРДМТ k_z (коэффициент заполнения) – отношение времени включения ЖРДМТ к сумме времени включения и времени паузы.

Примечание. Коэффициент заполнения k_z также равен произведению частоты включения и времени включения.

Настройка ЖРДМТ – доведение значений гидравлических сопротивлений трактов горючего и окислителя отдельного экземпляра ЖРДМТ до уровней, при которых обеспечивается получение номинальной тяги при номинальных условиях работы.

Непрерывный режим работы ЖРДМТ (непрерывный режим) – режим работы ЖРДМТ при однократном включении такой продол-

жительности, при которой удельный импульс тяги практически не зависит от времени включения двигателя.

Примечание. Для большинства существующих конструкций двух-компонентных ЖРДМТ минимальная продолжительность непрерывного режима составляет 0,25...1,00 с.

Неустановившийся импульсный режим работы ЖРДМТ – импульсный режим работы ЖРДМТ, при котором удельный импульс тяги зависит от порядкового номера включения.

Номинальная тяга ЖРДМТ – тяга ЖРДМТ на установившемся непрерывном режиме при номинальных условиях работы.

Однокомпонентный ЖРДМТ – ЖРДМТ, работающий на однокомпонентном жидком ракетном топливе.

Пауза между включениями ЖРДМТ $\tau_{\text{п}}$ (пауза) – интервал времени от момента снятия напряжения с электроклапана ЖРДМТ до момента подачи напряжения.

Подрезанный импульс ЖРДМТ – энергетическая характеристика однократного включения ЖРДМТ, при котором среднее интегральное значение тяги или давления в камере меньше 0,5 максимального значения тяги или давления в камере при этом включении.

Примечание. Максимальное значение тяги или давления в камере определяется по усредненной кривой нарастания тяги или давления в камере без учета колебаний и всплесков.

Расход топлива за одно включение ЖРДМТ m_i – массовый расход топлива за одно включение ЖРДМТ при импульсном режиме работы.

Регулируемый ЖРДМТ – ЖРДМТ, имеющий в своем составе специальное устройство, позволяющее во время работы или эксплуатации изменять тягу.

Режим одиночных включений ЖРДМТ (режим одиночных включений) – режим работы ЖРДМТ с паузами, в течение которых двигатель приходит в исходное состояние.

Примечание. Двигатель считается пришедшим в исходное состояние в том случае, когда в нем опорожняются заклапанные полости, устанавливается исходное тепловое состояние двигателя и т. п.

Режим работы ЖРДМТ со связными импульсами (режим со связными импульсами) – импульсный режим работы ЖРДМТ, при котором тяга или давление в камере в паузах уменьшается до значений не ниже 0,1 значения тяги или давления в камере на непрерывном режиме.

Сближающе-корректирующая ДУ – ДУ, используемая для стыковки двух КА на орбите.

Скважность включения ЖРДМТ S (скважность) – отношение паузы к сумме времени включения ЖРДМТ и паузы.

Примечание. Скважность также равна произведению частоты включения и паузы, или $S = 1 - k_3$.

Средний массовый расход горючего ЖРДМТ – отношение расхода горючего за одно включение ЖРДМТ к времени подачи горючего.

Средний массовый расход окислителя ЖРДМТ – отношение расхода окислителя за одно включение ЖРДМТ к времени подачи окислителя.

Средний массовый расход топлива ЖРДМТ – отношение расхода топлива за одно включение ЖРДМТ к времени подачи топлива.

Степень заполнения заклапанной полости ЖРДМТ (степень заполнения) – отношение объема компонента топлива, остающегося в заклапанной полости после закрытия электроклапана, к объему заклапанной полости.

Тепловая защита ЖРДМТ – совокупность мер, реализованных в конструкциях ЖРДМТ и ЛА, обеспечивающих допустимое тепловое состояние работающего и неработающего ЖРДМТ.

Тепловое состояние ЖРДМТ – совокупность значений температуры характерных мест конструкции ЖРДМТ.

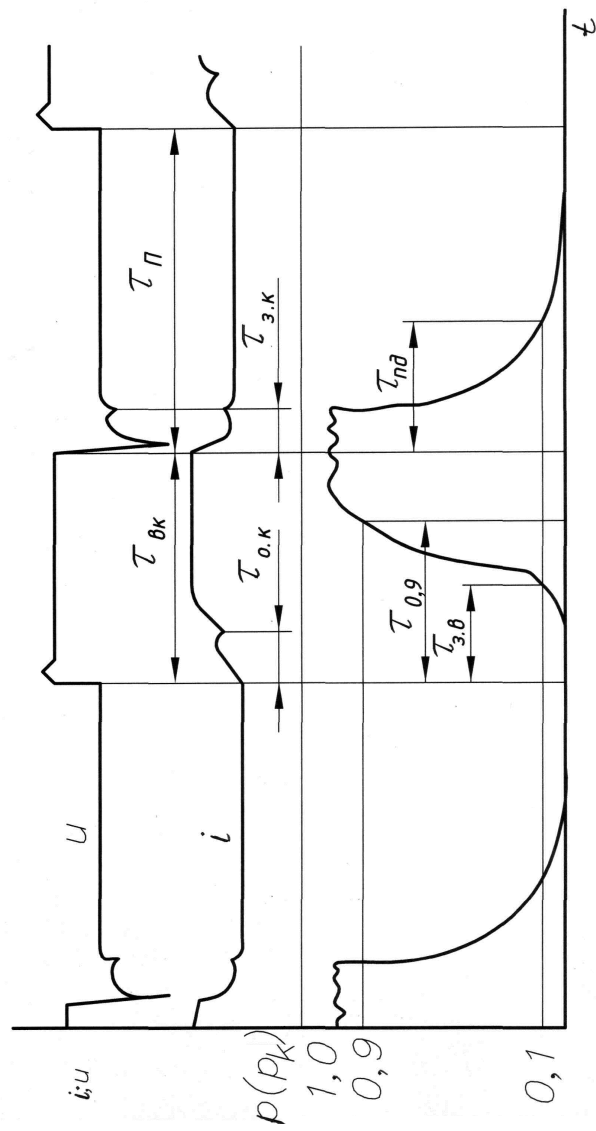
Примечание. Характерными местами конструкции ЖРДМТ являются камера сгорания, сопло, смесительная головка, клапаны и др.

Тепловой мост ЖРДМТ – конструктивный элемент тепловой защиты ЖРДМТ, выполненный в виде устройства с повышенным тепловым сопротивлением и служащий для уменьшения теплового потока по конструкции ЖРДМТ.

Термовакuumное испытание ЖРДМТ – огневое вакуумное испытание ЖРДМТ при определенных значениях температуры компонентов топлива и элементов конструкции.

Термокаталитический ЖРДМТ – каталитический ЖРДМТ с принудительным подогревом катализатора.

Удельный импульс тяги ЖРДМТ при режиме одиночных включений – отношение импульса тяги ЖРДМТ за одно включение при режиме одиночных включений к массовому расходу топлива за это включение.



i – ток; u – напряжение;
 $\tau_{0, k}$ – время открытия клапана;
 $\tau_{3, k}$ – время закрытия клапана

Рис. 31. Циклограмма включения ЖРДМТ

Удельный импульс тяги ЖРДМТ при установившемся импульсном режиме работы – отношение импульса тяги ЖРДМТ за одно включение при установившемся импульсном режиме работы к массовому расходу топлива за это включение.

Удельный импульс тяги ЖРДМТ при установившемся непрерывном режиме работы – отношение тяги ЖРДМТ к расходу топлива при установившемся непрерывном режиме работы.

Установившийся импульсный режим работы ЖРДМТ – импульсный режим работы ЖРДМТ, при котором удельный импульс тяги не зависит от порядкового номера включения.

Циклический режим работы ЖРДМТ – режим работы ЖРДМТ, состоящий из повторяющихся сочетаний непрерывных и импульсных режимов.

Циклограмма включения ЖРДМТ – графическое изображение программы включения ЖРДМТ (рис. 31).

Частота включений ЖРДМТ – число включений ЖРДМТ в секунду.

Электронагревный ЖРДМТ – ЖРДМТ, в котором кроме химической энергии топлива используется электрическая энергия для увеличения удельного импульса.

Примечание. Подвод энергии может осуществляться как к топливу, так и к продуктам химических реакций.

8. ИСПЫТАНИЯ И ОТРАБОТКА РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Аварийная ситуация – ситуация в системе испытаний, которая может привести к событию, состоящему из негативного воздействия с причинением ущерба материальным и (или) природным ресурсам и людям.

Автономные испытания ЖРД – испытания ЖРД, проводимые вне ДУ.

Аттестационные испытания – испытания, проводимые для оценки уровня качества продукции и ее аттестации по категориям качества.

Блок наддува – совокупность пневмоустройства и клапанов, смонтированных в едином корпусе.

Вакуумное испытание ЖРДМТ – огневое испытание ЖРДМТ в вакуумной камере при давлении в ней ниже 1 Па.

Вспомогательные системы – комплекс устройств для обеспечения нейтрализации, продувки, пневмоуправления агрегатами, аварийного слива и т. п.

Вытеснительное устройство – устройство, отделяющее в топливной емкости газовый объем от жидкого топлива в процессе хранения и вытеснения топлива из емкости.

Гидравлические остатки незабора – масса топлива, остающаяся в топливной системе в момент нарушения сплошности потока жидкого топлива на входе в ЖРД.

Градуировка средства измерений (недопустимый термин: *тарировка*) – определение градуировочной характеристики средства измерений (установление связи между естественной входной величиной и регистрируемой).

Градуировочная характеристика средства измерений (градуировочная характеристика) – зависимость между значениями величин на выходе и входе средства измерений, составленная в виде таблицы, графика или формулы.

Данные испытаний – регистрируемые при испытаниях значения характеристик объекта и (или) условий испытаний, наработок,

а также других параметров, являющихся исходными для последующей обработки.

Демпфер – устройство, обеспечивающее снижение собственной частоты колебаний жидкого топлива в магистралях.

Дефектация ЖРД – разборка и исследование технического состояния ЖРД после испытания с целью обнаружения дефектов.

Дефект испытаний ЖРД – каждое отдельное несоответствие условий подготовки и проведения испытаний ЖРД установленным требованиям конструкторской документации.

Доверительные границы погрешности измерения – верхняя и нижняя границы интервала, с заданной вероятностью заключающего в себе погрешность измерения.

Доводочные испытания – исследовательские испытания, проводимые при разработке продукции с целью оценки влияния вносимых в нее изменений для достижения заданных значений показателей качества.

Дренажно-предохранительный клапан – предохранительный клапан, снабженный устройством, обеспечивающим принудительное открытие клапана в случае необходимости проведения дренажа системы.

Дренажный клапан – клапан, обеспечивающий сброс газа, паров топлива или их смеси из газогидравлической системы при его принудительном открытии.

Заборное устройство – устройство, обеспечивающее максимальную выработку топлива из бака без нарушения сплошности потока в расходной магистрали.

Завершающие доводочные испытания ЖРД – испытания окончательного варианта конструкции ЖРД с целью подтверждения соответствия его характеристик требованиям ТЗ и возможности представления ЖРД на приемочные испытания (межведомственные и летные испытания).

Заправочно-сливной клапан – клапан, сообщающий полости топливных систем изделия с внебортовыми системами.

Измерение – нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

Измерительная информация – информация о значениях измеряемых физических величин.

Измерительная система – совокупность средств измерений (мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей) и вспомогательных устройств, соединенных между собой

каналами связи, предназначенная для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для автоматической обработки, передачи и (или) использования в автоматических системах управления.

Испытания – экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик объекта испытаний как результата воздействия на него при его функционировании, при моделировании объекта и (или) воздействий (определение включает оценивание и (или) контроль).

Испытания ЖРД – работа ЖРД и (или) воздействие на него специальных нагрузок с целью получения информации о техническом состоянии и (или) его виде либо исследования протекающих в ЖРД процессов.

Испытания ЖРД до отказа – испытания ЖРД, в результате которых он приводится в предельное состояние до истечения срока службы.

Испытания на надежность – испытания, проводимые для определения показателей надежности объекта испытаний в заданных условиях.

Испытания на прочность – испытания, проводимые для определения значений воздействующих факторов, вызывающих выход значений характеристик объекта за допустимые пределы или разрушение объекта.

Испытательное оборудование – средство испытаний, представляющее собой техническое устройство для воспроизведения условий испытаний.

Испытательные подразделения – подразделения организации, на которые руководством последней возложено проведение испытаний для своих нужд.

Испытательный полигон – территория и испытательные сооружения на ней, оснащенные средствами испытаний и обеспечивающие испытания объекта в условиях, близких к условиям эксплуатации объекта.

Квалификационные испытания – контрольные испытания установочной серии или первой промышленной партии изделий, проводимые с целью оценки готовности предприятия к выпуску продукции данного типа в заданном объеме.

Клапан свободного прорыва – устройство, содержащее мембрану, перекрывающую газовую или гидравлическую магистраль и прорываемую под действием давления рабочего тела.

Комплексная программа экспериментальной отработки (КПЭО) – организационно-технический документ, определяющий номенклатуру и состав объектов испытаний, их цели, задачи и порядок проведения, а также содержащий сведения о порядке определения показателей надежности по результатам экспериментальной отработки, о подтверждении требований по безопасности, о порядке отработки конструкторской и эксплуатационной документации, о контроле выполнения КПЭО. (Выпускается на стадии разработки рабочей документации на опытный образец изделия.)

Конструктивные остатки незабора – масса топлива, остающаяся в топливной системе, не используемая для работы ЖРД по конструктивным ограничениям.

Контрольно-технологические испытания ЖРД – проверочные испытания каждого экземпляра ЖРД, предусмотренные технологическим процессом на его изготовление, с целью контроля качества ЖРД.

Примечание. Контрольно-технологические испытания могут быть огневыми и холодными, с последующей переборкой и без нее.

Контрольные испытания – испытания объекта, проводимые с целью контроля его качества.

Лабораторные испытания – испытания объекта, проводимые в лабораторных условиях.

Летно-конструкторские испытания ЖРД – летные испытания ЖРД, проводимые с целью проверки технического состояния двигателя в реальных условиях эксплуатации и приемлемости стендовых условий испытаний для контроля качества ЖРД.

Примечание. Летно-конструкторские испытания могут проводиться по полной и (или) по сокращенным программам в соответствии с ГОСТ 16504–74.

Летные испытания ЖРД – испытания ЖРД в составе ЛА, проводимые с целью подтверждения характеристик ЖРД в реальных условиях эксплуатации и определения возможности принятия его в эксплуатацию в составе ЛА.

Магистраль расходная – трубопровод, предназначенный для транспортировки топлива к ЖРД.

Макет – изделие, выполненное в иных размерах и (или) из других материалов.

Межведомственные испытания – испытания продукции, проводимые комиссией из представителей нескольких заинтере-

сованных министерств и (или) ведомств, либо приемочные испытания установленных видов продукции для приемки составных частей объекта, разрабатываемого совместно несколькими ведомствами.

Методика испытаний – обязательный к выполнению организационно-методический документ, в котором указаны метод испытаний, средства и условия испытаний, отбор проб, алгоритмы выполнения операций по определению одной или нескольких взаимосвязанных характеристик свойств объекта, формы представления данных и оценивания точности, достоверности результатов, требования техники безопасности и охраны окружающей среды. (Методика испытаний, определяющая, по существу, технологический процесс их проведения, может быть оформлена в виде самостоятельного документа или приведена в программе испытаний.) Методика испытаний должна быть аттестована.

Метод испытаний – правила применения определенных принципов и средств испытаний.

Метод неразрушающего контроля – метод контроля, при котором не должна быть нарушена пригодность объекта к применению.

Метод разрушающего контроля – метод контроля, при котором может быть нарушена пригодность объекта к применению.

Метрологическое обеспечение – установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства измерений и единообразия средств измерений.

Многофакторные испытания РД – испытания РД, при проведении которых изменяют значения нескольких воздействий на РД.

Модель – объект-заместитель, используемый вместо объекта оригинала с целью изучения некоторых свойств оригинала.

Настройка ЖРД (стенда) – установка регулирующих элементов ЖРД (стенда) с целью обеспечения заданных режимов работы.

Натурные испытания – испытания объекта в условиях, соответствующих условиям его использования по прямому назначению с непосредственным оцениванием или контролем определяемых характеристик свойств объекта.

Незачетные результаты испытаний ЖРД – результаты испытаний ЖРД, на основании которых не могут быть сделаны выводы о виде его технического состояния, пригодные для определения надежности или качества ЖРД.

Примечание. Эксплуатационные отказы при количественном оценивании надежности ЖРД не учитываются.

Нейтрализация РД – обработка РД для удаления остатков топлива и (или) обезвреживания неудаленных остатков.

Неуспешные результаты испытаний ЖРД – результаты испытаний ЖРД, при которых были отказы.

Нормальные условия испытаний – условия испытаний, установленные НТД на данный вид продукции.

Образец для испытаний – продукция или ее часть (проба), непосредственно подвергаемая экспериментам при испытаниях.

Обратный клапан – устройство, препятствующее поступлению компонента (газа, топлива, продуктов сгорания) со стороны потребления.

Объект испытаний – продукция, подвергаемая испытаниям (главным признаком объекта является то, что по результатам его испытаний принимается то или иное решение).

Объем испытаний – характеристика, определяемая количеством объектов и видов испытаний, а также суммарной продолжительностью испытаний.

Огневые испытания РД – испытания РД со сгоранием в нем топлива.

Определительные испытания – испытания, проводимые для определения значений характеристик объекта с заданными значениями показателей точности и (или) достоверности.

Основная погрешность средства измерений – погрешность средства измерений, используемого в нормальных условиях.

Отработка – комплекс организационно-технических и научно-методических мероприятий по обеспечению экспериментального определения показателей качества изделия и соответствия его характеристик требованиям ТЗ во всем диапазоне эксплуатационных условий.

Отработка ЖРД – отработка, включающая исследовательские испытания опытных образцов ЖРД и его агрегатов; уточнение конструкторской и технологической документации по результатам испытаний; завершающие доводочные и межведомственные испытания опытных образцов ЖРД, изготовленных по уточненной документации.

Отсечный клапан – клапан, обеспечивающий перекрытие двух смежных пневмо- или гидромагистралей при подаче управляющего сигнала.

Первичный измерительный преобразователь (недопустимый термин: *датчик*) – измерительный преобразователь, к которому подведена измеряемая величина, т. е. первый преобразователь в измерительной цепи.

Периодические испытания – контрольные испытания выпускаемой продукции, проводимые в объемах и в сроки, установленные НТД, с целью контроля стабильности качества продукции и возможности продолжения ее выпуска.

Пневмогидравлическая система стенда – совокупность систем, обеспечивающих заправку, хранение, подготовку и подачу топлива с заданными параметрами в двигатели.

Полигонные испытания – испытания объекта, проводимые на испытательном полигоне.

Предварительные испытания – контрольные испытания опытных образцов и (или) опытных партий продукции с целью определения возможности их предъявления на приемочные испытания.

Предохранительный клапан – клапан, предназначенный для ограничения давления в системе и срабатывающий при избыточном давлении рабочего тела.

Приемосдаточные испытания – контрольные испытания продукции при приемочном контроле.

Приемочные испытания – контрольные испытания опытных образцов, опытных партий продукции или изделий единичного производства, проводимые с целью решения вопроса о целесообразности постановки этой продукции на производство и (или) использования ее по назначению.

Программа испытаний – организационно-методический документ, обязательный к выполнению, устанавливающий объект и цели испытаний, виды, последовательность и объем проводимых экспериментов, порядок, условия, место и сроки проведения испытаний, обеспечение и отчетность по ним, а также ответственность за обеспечение и проведение испытаний. (Программа должна содержать методики испытаний и измерений или ссылки на них, если они оформлены как самостоятельные документы.)

Продувка ЖРД – удаление продуктов сгорания, продуктов газогенерации, атмосферного воздуха и топлива из внутренних полостей ЖРД газом с избыточным давлением.

Протокол испытаний – документ, содержащий необходимые сведения об объекте испытаний, о применяемых методах и средствах испытаний и об условиях проведения испытаний, а также результаты испытаний и заключение по результатам испытаний, оформленное в установленном порядке.

Пусковой клапан – устройство обеспечивающее соединение двух смежных пневмо- или гидромагистралей при подаче управляющего сигнала.

Разрушающие испытания – испытания, проводимые с использованием методов разрушающего контроля.

Рампа – бесступенчатое устройство, соединяющее объекты, расположенные на разной высоте.

Регулируемый клапан – клапан имеющий несколько режимов настройки и работающий в любом из них.

Результат испытаний – оценка характеристик объекта, установление соответствия объекта заданным требованиям по данным испытаний, результаты анализа качества функционирования объекта в процессе испытаний.

Свободный газовый объем (газовая подушка) – разность значений полного объема топливной системы и объема заправленного в нее жидкого топлива.

Сертификационные испытания – контрольные испытания продукции, проводимые с целью установления соответствия ее характеристик национальной и (или) международной НТД.

Сигнал измерительной информации – сигнал, функционально связанный с измеряемой физической величиной.

Система аварийной защиты – комплекс взаимосвязанных технических средств, средств диагностирования и организационно-технических мероприятий, направленных на предотвращение аварийных ситуаций и (или) воздействия на людей опасных факторов аварийной ситуации и на ограничение материального ущерба от нее.

Система заправки – комплекс устройств, обеспечивающих заправку (слив) и зарядку (сброс) емкостей топливом и газом.

Система испытаний – совокупность средств испытаний, исполнителей и определенных объектов испытаний, взаимодействующих по правилам, установленным соответствующей НТД.

Система наддува – комплекс устройств, обеспечивающих необходимые значения давления в топливных баках.

Система ограничения давления – комплекс устройств, предохраняющих пневмогидравлическую систему от разрушения и разгерметизации в процессе эксплуатации.

Систематическая погрешность измерения – составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же величины.

Специальные проверочные испытания ЖРД – проверочные огневые испытания, проводимые для осуществления периодического контроля ЖРД.

Специальные условия испытаний ЖРД – условия испытаний ЖРД, которые могут быть обеспечены при специальных наладках стенда и (или) настройках двигателя и (или) при специальных требованиях к внешним воздействиям.

Сравнительные испытания – испытания аналогичных по характеристикам или одинаковых объектов, проводимые в идентичных условиях для сравнения характеристик их свойств.

Среднее квадратическое отклонение результата измерения – параметр функции распределения результатов измерений, характеризующий их рассеяние и равный корню квадратному из дисперсии результата измерения.

Средство измерений – техническое средство, используемое при измерениях и имеющее нормированные метрологические свойства.

Средство испытаний – техническое устройство, вещество и (или) материал для проведения испытаний.

Стенд – сооружение, предназначенное для установки изделия в заданное положение и оснащенное средствами испытаний.

Стендовые испытания – испытания объекта, проводимые на испытательном оборудовании.

Тепловые остатки незабора – масса топлива, имеющего температуру, превышающую предельно допустимую и остающегося в топливной системе в момент окончания подачи топлива в ЖРД.

Типовые испытания – контрольные испытания выпускаемой продукции, проводимые с целью оценки эффективности и целесообразности внесения изменений в конструкцию, рецептуру или технологический процесс.

Типовые условия испытаний ЖРД – условия испытаний ЖРД, значения параметров которых реализуются случайным образом при исходной номинальной наладке стенда настройки двигателя и для которых характерны случайные сочетания значений внешних воздействий в пределах, установленных для его эксплуатации.

Топливная система – комплекс пневмогидравлических устройств (в том числе топливных баков), обеспечивающих заправку, хранение топлива, а также питание компонентами топлива ЖРД для его нормального функционирования.

Точность измерений – качество измерений, отражающее близость их результатов к истинному значению измеряемой величины.

Ускоренные испытания – испытания, методы и условия проведения которых обеспечивают получение необходимой информации о характеристиках объекта в более краткий срок, чем при нормальных испытаниях.

Условия испытаний ЖРД – совокупность режимов работы ЖРД, внешних воздействий на ЖРД и наработки ЖРД при проведении испытаний.

Успешные результаты испытаний ЖРД – результаты испытаний ЖРД, при которых не было отказов.

Уточняющие испытания ЖРД – предварительные испытания ЖРД, проводимые с целью ориентировочного определения области работоспособного состояния ЖРД и продолжительности его работы.

Форсированные испытания – испытания, при которых форсируются условия возникновения отказа.

Функциональные испытания – испытания, проводимые с целью определения значений показателей назначения объекта.

Холодные испытания ЖРД – испытания ЖРД без сгорания в нем топлива.

Циклограмма испытания ЖРД – графическое изображение и (или) числовое описание программы изменения условий испытания ЖРД.

Эксплуатационные условия испытаний ЖРД – условия испытаний, которые могут реализоваться при эксплуатации ЖРД в соответствии с требованиями конструкторской документации.

Эксплуатация РД – процесс или совокупность процессов транспортировки, хранения, подготовки к применению, ожидания и применения по назначению. (Начало эксплуатации устанавливается в НТД.)

9. ВОПРОСЫ НАДЕЖНОСТИ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Алгоритм диагностирования – совокупность предписаний, определяющих последовательность действий при проведении диагностирования.

Безотказная эксплуатация ЖРД – эксплуатация ЖРД, во всех циклах которой не было отказов.

Безотказность – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки в заданных условиях применения.

Безотказность ЖРД – способность ЖРД находиться в работоспособном состоянии и непрерывно сохранять его при установленных условиях эксплуатации в течение единичного рабочего ресурса или установленной единичной контрольной наработки.

Вероятность безотказной работы – вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникнет.

Вероятность безотказной работы ЖРД – вероятность пребывания ЖРД в работоспособном состоянии при установленных условиях эксплуатации в течение единичного рабочего ресурса.

Вероятность безотказной эксплуатации ЖРД – вероятность пребывания ЖРД в работоспособном состоянии при установленных условиях эксплуатации в течение установленного срока службы.

Внезапный отказ – отказ, характеризующийся скачкообразным изменением значений одного или нескольких параметров объекта.

Гарантийная наработка ЖРД – указанная в ТЗ наработка ЖРД, в течение которой разработчик и изготовитель гарантируют работоспособное состояние ЖРД и в случае появления отказов принимают меры для устранения их причин при условии соблюдения потребителем правил эксплуатации.

Гарантийный запас параметра работоспособности ЖРД – запас параметра работоспособности ЖРД при условиях, в которых разработчик и изготовитель гарантируют работоспособное состояние ЖРД.

Глубина поиска места отказов (неисправности) – характеристика, задаваемая указанием составной части объекта, с точностью до которой определяется место отказа (неисправности).

Деградационный отказ – отказ, обусловленный естественными процессами старения, изнашивания, коррозии и усталости при соблюдении всех установленных правил и (или) норм проектирования, изготовления и эксплуатации.

Дефект – каждое несоответствие продукции установленным (предъявляемым) требованиям.

Диагностическая модель – формализованное описание объекта, необходимое для решения задач диагностирования (может быть представлена в аналитической, табличной, графической, векторной и других формах).

Диагностическое обеспечение – комплекс взаимоувязанных правил, методов, алгоритмов и средств, необходимых для осуществления диагностирования на всех этапах жизненного цикла объекта.

Долговечность ЖРД – способность ЖРД сохранять работоспособное состояние или возможность его восстановления с помощью установленной системы технического обслуживания и ремонтов до наступления предельного состояния.

Достоверность диагностирования – степень объективного соответствия результатов диагностирования действительному техническому состоянию объекта.

Дублирование – способ повышения надежности системы; простейший вид резервирования, при котором наряду с основным элементом имеется еще один резервный.

Единичный рабочий ресурс ЖРД – рабочий ресурс ЖРД или его часть, расходуемые по назначению в течение одного цикла эксплуатации.

Примечание. Для ЖРД однократного использования единичный рабочий ресурс одновременно является рабочим ресурсом.

Зачетные результаты испытаний ЖРД – результаты испытаний ЖРД, на основании которых могут быть сделаны выводы о виде технического состояния, пригодные для оценки надежности или качества ЖРД.

Примечание. Одни и те же результаты испытаний в зависимости от задач, поставленных при определении надежности и контроле качества, можно рассматривать как зачетные или незачетные.

Интенсивность отказа – условная плотность вероятности возникновения отказа объекта, определяемая при условии, что до рассматриваемого момента времени отказ не возник.

Исправное состояние – состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Исправность – состояние изделия, при котором его основные и второстепенные параметры соответствуют техническим требованиям.

Качество продукции – совокупность свойств продукции обуславливающих ее пригодность для удовлетворения определенных потребностей в соответствии с ее назначением.

Конструктивный отказ – отказ, возникший вследствие несовершенства или нарушения установленных правил и (или) норм проектирования и конструирования.

Конструкционный дефект ЖРД – дефект ЖРД, обусловленный несовершенством конструкторской документации, регламентирующей изготовление, ремонт, эксплуатацию, подготовку ЖРД к испытаниям и их проведение.

Контроль технического состояния (контроль) – проверка соответствия значений параметра объекта требованиям технической документации и определение на основе этого одного из заданных видов технического состояния в данный момент времени.

Контроль функционирования – контроль выполнения объектом части (всех) свойственных ему функций.

Критерий отказа – признак или совокупность признаков нарушения работоспособного состояния объекта, установленные в нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Критерий предельного состояния – признак или совокупность признаков предельного состояния объекта, установленные в нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Критичность отказа – совокупность признаков, характеризующих последствия отказа.

Надежность – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортировки.

Надежность ЖРД – свойство ЖРД сохранять работоспособное состояние при установленных условиях его эксплуатации и ремонтов.

Назначенный ресурс – суммарная наработка, при достижении которой эксплуатация объекта должна быть прекращена независимо от его технического состояния.

Назначенный срок службы – календарная продолжительность эксплуатации, при достижении которой эксплуатация объекта должна быть прекращена независимо от его технического состояния.

Назначенный срок хранения – календарный срок хранения, при достижении которого хранение объекта должно быть прекращено независимо от его технического состояния. (По истечении назначенного срока объект должен быть изъят из эксплуатации и должны быть приняты решения, предусмотренные соответствующей НТД: списание, уничтожение, проверка и установление нового срока хранения.)

Наработка – продолжительность или объем работы объекта по назначению (может быть как непрерывной величиной (выраженной в часах, секундах, километрах), так и целочисленной величиной (число включений, рабочих циклов, запусков и т. п.).

Наработка до отказа – наработка объекта от момента начала эксплуатации до момента возникновения первого отказа.

Наработка ЖРД – продолжительность работы и (или) число циклов срабатывания ЖРД.

Невосстанавливаемый объект – объект, для которого в рассматриваемой ситуации проведение восстановления работоспособного состояния не предусмотрено нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документацией.

Неисправное состояние – состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Неработоспособное состояние – состояние объекта, при котором значение хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Неработоспособное состояние ЖРД – состояние ЖРД, при котором он не способен выполнить хотя бы одно из следующих условий: обеспечить установленное значение и (или) направление тяги либо значение удельного импульса; обеспечить установленное соотношение компонентов топлива и (или) условия работы других составных частей ЛА.

Нормирование надежности – установление в нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации количественных и качественных требований к надежности. (Нор-

мирование надежности включает выбор номенклатуры показателей надежности, обоснование их значений, задание требований к точности и достоверности исходных данных, формулирование критериев отказов, повреждения и предельных состояний, задание требований к методам контроля надежности на всех этапах жизненного цикла объекта.)

Нормируемый показатель надежности – показатель надежности, значение которого регламентировано нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документацией на объект. (В качестве нормируемых могут быть использованы один или несколько из указанных здесь показателей.)

Объем испытаний на надежность – характеристика плана испытаний на надежность, включающая число испытываемых образцов, суммарную продолжительность испытаний в единицах наработки и (или) число серий испытаний.

Определение надежности – определение числовых значений показателей надежности объекта.

Остаточный ресурс – суммарная наработка объекта от момента контроля его технического состояния до момента перехода в предельное состояние.

Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.

Отказ ЖРД – событие, произошедшее при испытании или эксплуатации ЖРД, заключающееся в нарушении работоспособного состояния ЖРД или в выявлении неработоспособного состояния, возникшего до начала проведения испытания или эксплуатации.

Периодический контроль ЖРД – контроль ЖРД, периодически осуществляемый с целью проверки соответствия действительных запасов значений параметров работоспособности их значениям, выявленным при отработке.

План испытаний на надежность – совокупность правил, устанавливающих объем выборки, порядок проведения испытаний, критерии их завершения и принятия решений по результатам испытаний.

Повреждение – событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния.

Показатель надежности – количественная характеристика одного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта.

Полнота технического диагностирования – характеристика, определяющая возможность выявления отказов (неисправностей) в объекте при выбранном методе его диагностирования.

Последствия отказа – явления, процессы, события и состояния, обусловленные возникновением отказа объекта.

Постепенный отказ – отказ, возникающий в результате постепенного изменения значений одного или нескольких параметров объекта.

Предельное состояние – состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

Причины отказа – явления, процессы, события и состояния, вызвавшие возникновение отказа объекта.

Программа обеспечения надежности – документ, устанавливающий комплекс взаимосвязанных организационно-технических требований и мероприятий, подлежащих проведению на определенных стадиях жизненного цикла объекта и направленных на обеспечение заданных требований к надежности и (или) на повышение надежности.

Продолжительность технического диагностирования – интервал времени, необходимый для проведения диагностирования объекта.

Производственный дефект ЖРД – дефект ЖРД, обусловленный невыполнением требований конструкторской и (или) технологической документации при изготовлении и (или) ремонте ЖРД.

Производственный отказ – отказ, возникший вследствие несовершенства или нарушения установленного процесса изготовления или ремонта, выполняемого на предприятии.

Работоспособное состояние – состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Работоспособное состояние ЖРД – состояние ЖРД, при котором он способен создавать тягу установленного значения и направления, выполняя установленные требования по обеспечению значений удельного импульса тяги, соотношению компонентов топлива и условий работы других составных частей перемещаемого аппарата.

Примечание. Установленными требованиями являются требования к ЖРД, изложенные в ТЗ на его разработку.

Рабочее диагностирование – диагностирование, при котором объект подвергается рабочим воздействиям.

Рабочий ресурс ЖРД – наработка ЖРД в течение установленного срока службы при использовании ЖРД по назначению.

Ресурс – суммарная наработка объекта от момента начала его эксплуатации до момента его перехода в предельное состояние.

Система технического диагностирования – совокупность средств, объекта и исполнителей, необходимых для проведения диагностирования по правилам, установленным технической документацией.

Сохраняемость – свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции в течение времени до начала применения по назначению.

Сохраняемость ЖРД – свойство ЖРД в течение каждого цикла эксплуатации при установленных условиях эксплуатации непрерывно сохранять исправное или работоспособное состояние при хранении, транспортировании, пребывании в составе аппарата, предназначенного для перемещения, до начала использования по назначению и при этом не допускать образования дефектов, приводящих к отказу при работе.

Средний ресурс – математическое ожидание ресурса.

Средняя наработка до отказа – математическое ожидание наработки объекта до первого отказа.

Средства технического диагностирования – аппаратура и программы, с помощью которых осуществляется диагностирование.

Срок службы – календарная продолжительность эксплуатации объекта от момента начала его эксплуатации до момента его перехода в предельное состояние.

Срок сохраняемости – календарная продолжительность хранения и (или) транспортирования объекта, в течение которой значения параметров, характеризующих способность объекта выполнять заданные функции, сохраняются в заданных пределах. (По истечении срока сохраняемости объект должен соответствовать требованиям безотказности, долговечности и ремонтпригодности, установленным НТД на объект.)

Тестовое диагностирование – диагностирование, при котором объект подвергается тестовым воздействиям.

Техническая диагностика – область знаний, охватывающая теорию, методы и средства определения технического состояния объекта.

Техническое диагностирование – определение технического состояния объекта. (Задачами диагностирования являются контроль технического состояния, поиск места и определение причин отказа или неисправности, прогнозирование технического состояния.)

Техническое состояние объекта – состояние, которое характеризуется в определенный момент времени и при определенных условиях внешней среды значениями параметров, установленными НТД на объект. (Виды технического состояния: исправное, неисправное, работоспособное, неработоспособное, предельное.)

Условная вероятность необнаруженного отказа (неисправности) при диагностировании – вероятность того, что неработоспособный (неисправный) объект в результате диагностирования признается работоспособным (исправным).

Установленный ресурс ЖРД – наработка ЖРД при его безотказной работе, указанная в ТЗ.

Функциональное диагностирование – определение технического состояния объекта по результатам обработки информации, поступающей непосредственно от работающего по назначению (функционирующего) объекта диагностирования.

Экспериментальный показатель надежности – показатель надежности, точечная или интервальная оценка которого определяется по данным испытаний.

Эксплуатационный отказ – отказ, возникший вследствие нарушения установленных правил и (или) условий эксплуатации.

Экспресс-диагностирование – диагностирование по ограниченному числу параметров в течение заранее установленного времени.

Явный отказ – отказ, обнаруживаемый визуально или штатными методами и средствами контроля и технического диагностирования при подготовке объекта к применению или в процессе его применения по назначению.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ТЕРМИНОВ

Термины, имеющие в своем составе несколько слов, расположены по алфавиту своих главных слов (имен существительных в именительном падеже). Параллельные и недопустимые термины опущены.

После каждого термина приведена адресная ссылка в виде номера страницы, на которой термин записан в тексте.

А

Абляция 32
Автомат разгрузки 20
Агрегат ЖРД турбонасосный 22
Агрегаты автоматики ЖРД 43
Аккумулятор давления 20
Алгоритм диагностирования 63

Б

Безотказность 63
Безотказность ЖРД 63
Блок ЖРДМТ 46
Блок наддува 53
Блок РДТТ сопловой 29

В

Вдув (впрыск) в сопло 43
Вероятность безотказной работы 63
Вероятность безотказной работы ЖРД 63
Вероятность безотказной эксплуатации ЖРД 63
Вероятность необнаруженного отказа (неисправности)
при диагностировании условная 70
Возбуждение автоколебаний в камере сгорания жесткое 37
Возбуждение автоколебаний в камере сгорания мягкое 38
Воспламенитель РДТТ 24
Время включения ЖРДМТ 46
Время выхода ЖРДМТ на режим 46
Время выхода РДТТ на режим 6

Время задержки воспламенения заряда РДТТ 6
Время задержки тяги РДТТ 6
Время останова ЖРДМТ 46
Время пребывания в камере сгорания среднее 41
Время работы ЖРД 6
Время работы ЖРДМТ 46
Время работы РДТТ полное 10
Время эксплуатации ЖРДМТ 46
Выключение ЖРД аварийное 6

Г

Газогенератор ЖРД жидкостный 21
Газогенератор многозонный 21
Газогенератор однозонный 21
Глубина поиска места отказов (неисправности) 64
Головка камеры ЖРД (газогенератора) смесительная 15
Горючее ракетное жидкое 37
Градуировка средства измерений 53
Граница устойчивости рабочего процесса в камере сгорания
(газогенераторе) ЖРД 36
Границы погрешности измерения доверительные 54

Д

Давление в камере сгорания 37
Давление на срезе сопла ракетного двигателя 7
Данные испытаний 53
Двигатели коррекции 47
Двигатели рулевые 45
Двигатель малой тяги ракетный жидкостный 47
Двигатель малой тяги ракетный жидкостный двухкомпонентный 47
Двигатель малой тяги ракетный жидкостный каталитический 48
Двигатель малой тяги ракетный жидкостный однокомпонентный 49
Двигатель малой тяги ракетный жидкостный ориентации 48
Двигатель малой тяги ракетный жидкостный регулируемый 49
Двигатель малой тяги ракетный жидкостный
термокаталитический 50
Двигатель малой тяги ракетный жидкостный электронагревный 52
Двигатель ракетный 11
Двигатель ракетный гибридный 7

Двигатель ракетный жидкостный 8
Двигатель ракетный жидкостный маршевый 9
Двигатель ракетный жидкостный многократного включения 8
Двигатель ракетный жидкостный многократного использования 8
Двигатель ракетный жидкостный многорежимный 9
Двигатель ракетный жидкостный поворотный 10
Двигатель ракетный жидкостный рулевой 44
Двигатель ракетный жидкостный с дожиганием 8
Двигатель ракетный жидкостный стартовый 12
Двигатель ракетный химический 13
Двигатель ракетный электрический 13
Двигатель ракетный электростатический 13
Двигатель ракетный ядерный 13
Двигатель реактивный 12
Двигатель твердого топлива ракетный 11
Двигатель твердого топлива ракетный маршевый 9
Двигатель твердого топлива ракетный многократного
включения 11
Двигатель твердого топлива ракетный многократного
использования 11
Двигатель твердого топлива ракетный регулируемый 12
Двигатель твердого топлива ракетный стартовый 12
Демпфер 54
Дефект 64
Дефектация ЖРД 54
Дефект ЖРД конструкционный 65
Дефект ЖРД производственный 68
Дефект испытаний ЖРД 54
Дефект эксплуатации ЖРД 7
Диагностика техническая 69
Диагностирование рабочее 69
Диагностирование тестовое 69
Диагностирование техническое 70
Диагностирование функциональное 70
Днище РДТТ 24
Днище смесительной головки 14
Документация техническая 12
Документация технологическая 12
Долговечность ЖРД 64

Достоверность диагностирования 64
Дублирование 64

З

Заглушка РДТТ 24
Задание техническое 12
Задержка воспламенения топлива в ЖРД 37
Запас параметра работоспособности ЖРД гарантийный 63
Запуск ЖРД 9
Заряд РДТТ 24
Заряд РДТТ вкладной 24
Заряд РДТТ комбинированный 25
Заряд РДТТ секционный 29
Заряд РДТТ скрепленный 29
Защита ЖРДМТ тепловая 50
Защита теплоизоляционная 33

И

Измерение 54
Импеданс смесительной головки камеры (газогенератора) 44
Импеданс сопла 44
Импульс ЖРДМТ подрезанный 49
Импульс ЖРДМТ последействия 48
Импульс тяги ЖРД (камеры ЖРД) 9
Импульс тяги ЖРД (камеры ЖРД) удельный 13
Импульс тяги ЖРД (камеры ЖРД) удельный объемный 9
Импульс тяги ЖРДМТ при выходе на режим 48
Импульс тяги ЖРДМТ при режиме одиночных включений удельный 50
Импульс тяги ЖРДМТ при установившемся импульсном режиме работы удельный 52
Импульс тяги ЖРДМТ при установившемся непрерывном режиме работы удельный 52
Импульс тяги РДТТ удельный 13
Импульсный режим работы ЖРДМТ неустановившийся 49
Ингибитор 37
Интенсивность отказа 65
Информация измерительная 54
Исправность 65

Испытание ЖРДМТ вакуумное 53
Испытание ЖРДМТ высотное 47
Испытание ЖРДМТ термовакуумное 50
Испытания 55
Испытания аттестационные 53
Испытания доводочные 54
Испытания ЖРД 55
Испытания ЖРД автономные 53
Испытания ЖРД доводочные завершающие 55
Испытания ЖРД до отказа 55
Испытания ЖРД контрольно-технологические 56
Испытания ЖРД летно-конструкторские 56
Испытания ЖРД летные 57
Испытания ЖРД проверочные специальные 61
Испытания ЖРД уточняющие 62
Испытания ЖРД холодные 62
Испытания квалификационные 55
Испытания контрольные 56
Испытания лабораторные 56
Испытания межведомственные 56
Испытания на надежность 55
Испытания на прочность 55
Испытания натурные 57
Испытания определительные 58
Испытания периодические 59
Испытания полигонные 59
Испытания предварительные 59
Испытания приемосдаточные 59
Испытания приемочные 59
Испытания разрушающие 60
Испытания РД многофакторные 57
Испытания РД огневые 58
Испытания сертификационные 60
Испытания сравнительные 61
Испытания стендовые 61
Испытания типовые 61
Испытания ускоренные 62
Испытания форсированные 62
Испытания функциональные 62

К

Камера ЖРД 14
Камера ЖРД поворотная 44
Камера ЖРД рулевая 44
Камера сгорания (газогенератора) 15
Камера сгорания ЖРД 15
Камера сгорания РДТТ 25
Качество продукции 65
Квалификация технического состояния РД 9
Клапан дренажно-предохранительный 54
Клапан дренажный 54
Клапан запорочно-сливной 54
Клапан обратный 58
Клапан отсечный 58
Клапан предохранительный 59
Клапан пусковой 60
Клапан регулируемый 60
Клапан свободного прорыва 55
Колебания в камере сгорания высокочастотные 36
Колебания в камере сгорания низкочастотные 39
Колебания в камере сгорания поперечные 39
Колебания в камере сгорания продольные 40
Кольцо насоса ТНА уплотнительное плавающее 21
Комплекс расходный 40
Компонент жидкого ракетного топлива 37
Компонент жидкого ракетного топлива высококипящий 36
Компонент жидкого ракетного топлива низкокипящий 38
Контроль ЖРД периодический 67
Контроль технического состояния 65
Контроль функционирования 65
Контур выходного отверстия сопла 16
Контур сопла 16
Контур сопла с равномерной характеристикой 16
Контур сопла с угловой точкой 16
Контур сопла укороченный 16
Контур сопла экстремальный 20
Корпус камеры (газогенератора) 15
Корпус РДТТ 25
Корпус РДТТ типа «кокон» 27

Коэффициент заполнения импульсного режима ЖРДМТ 48
Коэффициент избытка окислительных элементов 37
Коэффициент массового совершенства РДТТ 27
Коэффициент объемного заполнения РДТТ 27
Коэффициент тяги 9
Критерий отказа 65
Критерий предельного состояния 65
Критичность отказа 65

М

Магистраль расходная 56
Макет 56
Манжета РДТТ защитно-компенсационная 25
Масса ЖРД удельная 12
Масса ТНА относительная 21
Материал теплозащитный 33
Методика испытаний 57
Метод испытаний 57
Метод неразрушающего контроля 57
Метод разрушающего контроля 57
Модель 57
Модель диагностическая 64
Мост ЖРДМТ тепловой 50

Н

Надежность 65
Надежность ЖРД 65
Наработка 66
Наработка до отказа 66
Наработка до отказа средняя 69
Наработка ЖРД 66
Наработка ЖРД гарантийная 63
Насадок РДТТ сопловой 29
Насос шнекоцентробежный 23
Настройка ЖРД (стенда) 57
Настройка ЖРДМТ 48
Нейтрализация ЖРД 21
Нейтрализация РД 58
Нормирование надежности 66

О

- Обеспечение диагностическое 64
- Обеспечение метрологическое 57
- Область устойчивости рабочего процесса в камере сгорания (газогенераторе) 39
- Оборудование испытательное 55
- Образец для испытаний 58
- Объект испытаний 58
- Объект невосстанавливаемый 66
- Объем газовый свободный 60
- Объем испытаний 58
- Объем испытаний на надежность 67
- Окислитель ракетный жидкий 37
- Определение надежности 67
- Останов ЖРД 39
- Остатки незабора гидравлические 53
- Остатки незабора конструктивные 56
- Остатки незабора тепловые 61
- Отказ 67
- Отказ внезапный 63
- Отказ деградационный 64
- Отказ ЖРД 67
- Отказ конструктивный 65
- Отказ постепенный 68
- Отказ производственный 68
- Отказ эксплуатационный 70
- Отказ явный 70
- Отклонение результата измерения среднее квадратическое 61
- Отработка 58
- Отработка ЖРД 58
- Отставание в сопле скоростное 18
- Отставание в сопле температурное 19
- Охлаждение абляционное 32
- Охлаждение автономное 32
- Охлаждение внутреннее 32
- Охлаждение емкостное 32
- Охлаждение ЖРД наружное 32
- Охлаждение завесное 32
- Охлаждение проточное 32

Охлаждение радиационное 32
Охлаждение регенеративное 32
Охлаждение транспирационное 35

П

Параметр ЖРДМТ динамический 47
Пассивирование поверхностей полостей ЖРД 21
Пауза между включениями ЖРДМТ 49
Перегородка антипульсационная 36
Период производства ЖРД 9
План испытаний на надежность 67
План приемочного контроля ЖРД 10
Плотность жидкого ракетного топлива 39
Повреждение 67
Погрешность измерения систематическая 60
Погрешность средства измерений основная 58
Подача насосная 21
Подача топлива вытеснительная 36
Подразделения испытательные 55
Показатель адиабаты 39
Показатель надежности 67
Показатель надежности нормируемый 67
Показатель надежности экспериментальный 70
Покрытие заряда РДТТ бронирующее 24
Покрытие РДТТ теплозащитное 30
Покрытие РДТТ эрозионно-стойкое 31
Полигон испытательный 55
Полнота технического диагностирования 68
Полость ЖРДМТ заклапанная 48
Последствия отказа 68
Потери в сопле из-за многофазности продуктов сгорания 10
Потери в сопле из-за рассеяния 10
Потери в сопле из-за трения 10
Потери РДТТ тепловые 29
Потери удельного импульса в сопле 10
Потери удельного импульса тяги РДТТ вследствие
 «утопленности» сопла 28
Потери удельного импульса тяги РДТТ нулевые 27
Потери удельного импульса тяги РДТТ позиционные 28

Потери удельного импульса тяги РДТТ тепловые 29
Пояс завесы камеры (газогенератора) 32
Преобразователь измерительный первичный 58
Привод рулевой 44
Присадка к компоненту жидкого ракетного топлива 40
Причины отказа 68
Программа испытаний 59
Программа обеспечения надежности 68
Программа экспериментальной отработки комплексная 56
Продолжительность технического диагностирования 68
Продувка ЖРД 59
Продукты газогенерации 22
Протокол испытаний 59
Процесс в камере сгорания рабочий 40
Процесс в камере сгорания рабочий неустойчивый 38
Процесс в камере сгорания рабочий устойчивый 42
Процесс переходный 44

Р

Работа ЖРД 11
Рампа 60
Распыление жидких компонентов топлива 40
Расход горючего ЖРД массовый 38
Расход горючего ЖРДМТ массовый средний 50
Расход компонента топлива ЖРД достартовый 37
Расходонапряженность камеры (газогенератора) 40
Расходонапряженность камеры (газогенератора)
относительная 39
Расход окислителя ЖРДМТ массовый средний 50
Расход РДТТ массовый 9
Расход топлива ЖРД массовый 38
Расход топлива ЖРД объемный 39
Расход топлива ЖРДМТ массовый средний 50
Расход топлива за одно включение ЖРДМТ 49
Регулятор астатический 43
Режим одиночных включений ЖРДМТ 49
Режим работы ЖРД конечный 37
Режим работы ЖРД основной 9
Режим работы ЖРД предварительный 10

Режим работы ЖРДМТ импульсный 48
Режим работы ЖРДМТ импульсный установившийся 52
Режим работы ЖРДМТ непрерывный 49
Режим работы ЖРДМТ со связными импульсами 49
Режим работы ЖРДМТ циклический 52
Режим работы сопла расчетный 18
Режим работы сопла с недорасширением 18
Режим работы сопла с перерасширением 18
Режим реверса тяги РДТТ 12
Режим спада давления РДТТ 12
Результат испытаний 60
Результаты испытаний ЖРД зачетные 64
Результаты испытаний ЖРД незачетные 57
Результаты испытаний ЖРД неуспешные 58
Результаты испытаний ЖРД успешные 62
Рессора ТНА 22
Ресурс 69
Ресурс ЖРД рабочий 69
Ресурс ЖРД рабочий единичный 64
Ресурс ЖРД установленный 70
Ресурс назначенный 66
Ресурс остаточный 67
Ресурс средний 69
Решетка газораспределительная 14
Решетка РДТТ 28
Руль газовый 43
Руль периферийный 44

С

Свод горения заряда РДТТ 29
Секция сопла поворотная 17
Сечение сопла критическое 16
Сечение сопла минимальное 16
Сечение сопла начальное 17
Сигнал измерительной информации 60
Сила реактивная 11
Система аварийной защиты 60
Система заправки 60
Система измерительная 54

Система испытаний 60
 Система наддува 60
 Система ограничения давления 60
 Система стенда пневмогидравлическая 59
 Система технического диагностирования 69
 Система топливная 61
 Системы вспомогательные 53
 Ситуация аварийная 53
 Скважность включения ЖРДМТ 50
 Скорость в камере характеристическая 13
 Скорость истечения 18
 Скорость ЛА (КА) характеристическая 13
 Слой РДТТ защитно-крепящий 25
 Смесеобразование в камере сгорания (газогенераторе) 41
 Соотношение компонентов топлива в ЖРД (камере, газогенераторе) массовое 38
 Соотношение компонентов топлива в ЖРД объемное 39
 Сопло камеры ЖРД 18
 Сопло коническое 16
 Сопло круглое 16
 Сопло осесимметричное 17
 Сопло поворотное 17
 Сопло профилированное 18
 Сопло раздвижное 18
 Сопло РДТТ 29
 Сопло РДТТ раздвижное 28
 Сопло РДТТ управляющее 31
 Сопло РДТТ управляющее поворотное 27
 Сопло РДТТ управляющее разрезное 28
 Сопло регулируемое 18
 Сопло рулевое 44
 Сопло с косым срезом 18
 Сопло тарельчатое 19
 Сопло штыревое 19
 Состояние ЖРД неработоспособное 66
 Состояние ЖРД работоспособное 68
 Состояние ЖРДМТ тепловое 50
 Состояние исправное 65
 Состояние неисправное 66

Состояние неработоспособное 66
Состояние объекта техническое 70
Состояние предельное 68
Состояние работоспособное 68
Сохраняемость 69
Сохраняемость ЖРД 69
Средства технического диагностирования 69
Средство измерений 61
Средство испытаний 61
Срез сопла 19
Срок службы 69
Срок службы назначенный 66
Срок сохраняемости 69
Срок хранения назначенный 66
Стабилизатор компонента жидкого ракетного топлива 41
Стабильность компонента жидкого ракетного топлива 41
Стенд 61
Степень заполнения заклапанной полости ЖРДМТ 50
Степень расширения газа в сопле 19
Степень расширения сопла геометрическая 6
Стойкость компонента жидкого ракетного топлива
 радиационная 40

Т

Тело рабочее 40
Температура сгорания в камере (газогенераторе) 41
Термостабильность компонента жидкого ракетного топлива 41
Термостатирование ЖРД (компонентов топлива) 41
Течение в сопле многофазное 38
Течение в сопле неравновесное 17
Течение в сопле равновесное 18
Течение в сопле химически замороженное 19
Топливо металлосодержащее 38
Топливо несамовоспламеняющееся 38
Топливо псевдожидкое 40
Топливо ракетное жидкое 37
Топливо ракетное жидкое вспомогательное 36
Топливо ракетное жидкое пусковое 40
Топливо ракетное жидкое самовоспламеняющееся 41

Топливо ракетное жидкое стабильное 41
Топливо ракетное образцовое 39
Топливо суспензионное 41
Топливо тиксотропное 41
Топливо шугообразное 42
Точность измерений 62
Тракт охлаждения камеры (газогенератора) 35
Турбина активная 20
Турбина ТНА пусковая 22
Турбонасосный агрегат бустерный 20
Тяга ЖРД 12
Тяга ЖРДМТ номинальная 49
Тяга РДТТ 12

У

Узел выключения РДТТ 30
Узел реверса тяги РДТТ 30
Управление автоматическое 43
Условия испытаний ЖРД 61
Условия испытаний ЖРД специальные 61
Условия испытаний ЖРД типовые 61
Условия испытаний ЖРД эксплуатационные 62
Условия испытаний нормальные 58
Условия технические 12
Установка двигательная 7
Установка двигательная автономная 6
Установка двигательная модифицированная 9
Установка двигательная объединенная 9
Установка двигательная орбитального маневрирования 7
Установка двигательная сближающе-корректирующая 50
Установка двигательная стыковки 47
Установка твердого топлива ракетная двигательная 11
Устройство вытеснительное 53
Устройство заборное 54

Ф

Флегматизатор компонента жидкого ракетного топлива 42
Форсунка 15

Х

- Характеристика ЖРД высотная 6
- Характеристика ЖРД дроссельная 7
- Характеристика ЖРДМТ динамическая 47
- Характеристика средства измерений градуировочная 53

Ц

- Циклограмма включения ЖРДМТ 52
- Циклограмма испытания ЖРД 62
- Цикл эксплуатации ЖРД 13

Ч

- Частота включений ЖРДМТ 52
- Часть сопла расширяющаяся 18
- Часть сопла сужающаяся 19

Ш

- Шашка РДТТ 31

Щ

- Щиток управляющий 45

Э

- Эксплуатация ЖРД безотказная 63
- Эксплуатация РД 62
- Экспресс-диагностирование 70
- Эффективность ракетного топлива 42

Я

- Ядро потока 20

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Список сокращений	4
1. Общие вопросы разработки ракетных двигателей.....	6
2. Конструкция жидкостных ракетных двигателей	14
2.1. Камера сгорания	14
2.2. Сопло	16
2.3. Система подачи топлива.....	20
3. Конструкция ракетных двигателей твердого топлива	24
4. Охлаждение ракетных двигателей.....	32
5. Топлива и рабочие процессы жидкостных ракетных двигателей и ракетных двигателей твердого топлива	36
6. Автоматика и регулирование жидкостных ракетных двигателей и ракетных двигателей твердого топлива	43
7. Жидкостные ракетные двигатели малой тяги	46
8. Испытания и отработка ракетных двигателей.....	53
9. Вопросы надежности ракетных двигателей	63
Алфавитный указатель терминов	71

Учебное издание

Ягодников Дмитрий Алексеевич
Ирьянов Николай Яковлевич

РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

Термины и определения

Учебное пособие

Редактор *С.А. Серебрякова*
Корректор *Е.В. Авалова*
Компьютерная верстка *О.В. Беляевой*

Подписано в печать 27.10.2012. Формат 60×84/16.
Усл. печ. 5,12. Изд. № 71. Тираж 100 экз. Заказ

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана.
Типография МГТУ им. Н.Э. Баумана.
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1.

ДЛЯ ЗАМЕТОК